

**TUGAS AKHIR - MN141581**

**ANALISIS LAYANAN TRANSPORTASI LAUT WILAYAH  
KEPULAUAN SUMENEP DENGAN PENDEKATAN  
SYSTEM DYNAMICS**

**A. SIHABUL MILLAH**  
NRP. 4107 100 088

Dosen Pembimbing:  
Dr.-Ing. Setyo Nugroho

**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2015**



---

**FINAL PROJECT - MN141581**

**ANALYSIS OF MARINE TRANSPORTATION SERVICE  
AT KEPULAUAN SUMENEP WITH  
SYSTEM DYNAMICS APPROACH**

**A. SIHABUL MILLAH**  
**NRP. 4107 100 088**

**Supervisor:**  
**Dr.-Ing. Setyo Nugroho**

**NAVAL ARCHITECTURE AND SHIP BUILDING DEPARTMENT  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2015**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS LAYANAN TRANSPORTASI LAUT WILAYAH KEPULAUAN SUMENEP DENGAN PENDEKATAN SYSTEM DYNAMICS

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi Transportasi Laut  
Program S1 Jurusan Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**A. SIHABUL MILLAH**  
NRP. 4107 100 088

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing I



DR.-Ing. Setyo Nugroho  
NIP. 19651020 199601 1 001



Dosen Pembimbing II



Jauhari Alafi, ST.

SURABAYA, JANUARI 2015



# ANALISIS LAYANAN TRANSPORTASI LAUT WILAYAH KEPULAUAN SUMENEP DENGAN PENDEKATAN SYSTEM DYNAMICS

Nama Mahasiswa : A. SIHABUL MILLAH  
NRP : 4107 100 088  
Jurusan / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan  
Dosen Pembimbing : Dr.-Ing Setyo Nugroho

## ABSTRAK

Kepulauan Sumenep yang terletak di perairan Laut Jawa mengandalkan layanan transportasi laut sebagai sarana pemenuhan kebutuhan. Sebagian besar pemenuhan kebutuhan yang masih didapatkan dari Sumenep daratan. Kapal yang beroperasi saat ini adalah Kapal Perintis Sabuk Nusantara 27 yang mempunyai kapasitas 200 ton barang.

Pemodelan system dynamics dilakukan untuk mengetahui interaksi dan hubungan antar variabel yang mempunyai hubungan sebab-akibat. Pemodelan dilakukan untuk menggambarkan layanan transportasi laut yang melayani Kepulauan Sumenep. Sub model yang dibahas adalah Sub Model Penduduk, Sub Model Transportasi dan Sub Model Ekonomi. Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan antara Jumlah Penduduk, Transportasi dan Ekonomi. Dari simulasi yang dilakukan didapatkan bahwa kondisi layanan saat ini tidak bisa memenuhi kebutuhan penduduk sehingga membuat kecenderungan orang untuk melakukan migrasi keluar.

Didapatkan nilai optimum pada simulasi skenario 2 yaitu operasional kapal 1 unit dengan frekwensi layanan 5 hari sekali dan freight sebesar Rp. 176.000,- per ton.

Kata kunci: Kepulauan Sumenep, Transportasi laut, *system dynamics*

# **ANALYSIS OF MARINE TRANSPORTATION SERVICES AT KEPULAUAN SUMENEP WITH SYSTEM DYNAMICS APPROACH**

Author : A. SIHABUL MILLAH  
ID No. : 4107 100 088  
Dept. / Faculty : Naval Architecture & Shipbuilding Engineering /  
Marine Technology  
Supervisor : Dr.-Ing Setyo Nugroho

## **ABSTRACT**

Kepulauan Sumenep are located in the Java Sea waters rely on marine transportation services as a means of fulfillment. Most of fulfillment that is obtained from Sumenep mainland. Ships operating current is Kapal Sabuk Nusantara 27 which has a capacity of 200 tons.

System dynamics modeling was conducted to determine the interactions and relationships between variables that have a causal relationship. Modeling is done to illustrate the marine transportation service that serves Sumenep. Sub model discussed is the Population sub model, transportation sub model and economic sub model.

The results showed an association between Population, Transport and Economy. From simulations conducted found that the conditions of service is not currently able to meet the needs of the population so as to make the tendency of people to take migration.

The optimum values obtained in the simulation scenario 2 is operational ship 1 unit to the frequency of service 5 days and freight Rp. 176,000,- / tonnes.

Keywords: Kepulauan Sumenep, Marine Transportation, system dynamics



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Dr.-Ing. Setyo Nugroho selaku Dosen Pembimbing dan Dosen Wali atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini; terimakasih atas kesabaran motivasi dalam penyelesaian Tugas Akhir ini;
2. Bapak Ir. Tri Achmadi, P.hd., Bapak Firmanto Hadi ST, M.Sc serta Bapak Ir. Murdjito, M.Sc.Eng selaku Dosen Jurusan Transportasi Laut FTK ITS yang telah memberikan ilmu dan saran bagi Penulis;
3. Bapak Jauhari Alafi , Ibu Ni Luh , Bapak Eka, Bapak Erik Sugianto, Bapak Irwan, Bapak Hasan dan seluruh elemen program studi transportasi laut yang telah memberikan bimbingan dan motivasi dengan sangat sabar;
4. Bapak Sholihin (Kepala Dinas Perhubungan Kabupaten Sumenep), Bu Endang (staf Administrator Pelabuhan Kalianget) dan pegawai BPS Kabupaten Sumenep atas kesempatan dan bantuan yang diberikan selama penulis melakukan survei penelitian;
5. Keluarga besar Ressay Wardhana atas kebaikan hati memberikan tumpangan selama penulis melakukan survei;
6. Keluarga tercinta; Abah, Emak, Mbak & Mas, ade untuk kesabaran dan dukungan luar biasa yang selalu diberikan;
7. Teman seperjuangan batas waktu: Panji, Danang, Ari, Komeng yang bersedia menjadi tempat Penulis bercerita.
8. “Mantan Pacar” (Indah Fatmawati) yang selalu setia mendampingi penulis selama ini;
9. Saudara-saudara seangkatan P47 atas bantuan selama perkuliahan dan penyelesaian tugas akhir ini;
10. Seluruh pengurus dan staf Laboratorium TelematikaTransportasi Laut Jurusan Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas ijin pemakaian fasilitas laboratorium;
11. Rekan-rekan kost Keputih gang langgar: Habibi, Fuad, Kusnoto, Andro, Viky, Samsul atas diskusi, motivasi dan kerjasamanya;



12. Seluruh pihak yang membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian tugas akhir dan kuliah penulis;

Selanjutnya; penulis sadar bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan.

Surabaya, Januari 2015



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
Bab I PENDAHULUAN .....	1
I.1. Latar Belakang Masalah .....	1
I.2. Perumusan Masalah .....	2
I.3. Batasan Masalah .....	2
I.4. Tujuan .....	3
I.5. Manfaat .....	3
I.6. Hipotesis .....	3
I.7. Sistematika Tugas Akhir.....	3
Bab II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
II.1. Definisi System Dynamics.....	5
II.2. Pemodelan Dinamik.....	6
II.3. Pendekatan System Dynamics .....	6
II.4. Sistem Umpan Balik ( <i>feedback system</i> ).....	8
II.5. Perangkat Lunak Powersim constructor .....	10
II.6. Komponen Pemodelan <i>System Dynamics</i> .....	11
II.7. Teknik Simulasi .....	16
II.8. Landasan Teori.....	17
II.8.1. Sub Model Jumlah Penduduk .....	17
II.8.2. Sub Model Transportasi .....	20
II.8.3. Sub Model Ekonomi .....	21
II.9. Validasi Model.....	21
II.10. Biaya Operasional Kapal.....	22
II.10.1. Biaya Modal ( <i>Capital Cost</i> ).....	22
II.10.2. II.10.2 Biaya Operasional ( <i>Operational Cost</i> ).....	22
II.10.3. II.10.3 Biaya Pelayaran ( <i>Voyage Cost</i> ).....	22
II.10.4. Biaya Bongkar Muat ( <i>Cargo Handling Cost</i> ) .....	23
Bab III METODOLOGI PENELITIAN.....	25
III.1. Lokasi Penelitian .....	25
III.2. Metode Pengumpulan Data .....	25
III.3. Tahapan Penelitian .....	26
III.3.1. Tahap Identifikasi Permasalahan .....	27
III.3.2. TahapPenyusunanModel Konseptual .....	27
III.3.3. Tahap Simulasi Model .....	27
III.3.4. Validasi Model.....	27
III.3.5. Rekayasa Model.....	27
III.3.6. Kesimpulan .....	28
Bab IV TINJAUAN OBYEK TUGAS.....	29



IV.1.	Kabupaten Sumenep.....	29
IV.2.	Kepulauan Masalembu.....	30
IV.3.	Kapal Sabuk Nusantara 27 .....	32
IV.4.	Layanan Transportasi .....	33
Bab V ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN .....		35
V.1.	Identifikasi sistem .....	35
V.2.	Model Konseptual.....	35
V.3.	Simulasi model .....	37
V.3.1.	Model 1 .....	38
V.3.2.	Model 2.....	41
V.3.3.	Model 3.....	44
V.3.4.	Model 4.....	46
V.3.5.	Model 5.....	50
V.4.	Validasi model .....	53
V.5.	Analisa dan Pengembangan Model.....	54
V.5.1.	Skenario 1 .....	55
V.5.2.	Skenario 2 .....	59
Bab VI KESIMPULAN DAN SARAN .....		63
VI.1.	Kesimpulan .....	63
VI.2.	Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA .....		
LAMPIRAN .....		
BIODATA PENULIS .....		



## DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Potret lokasi penelitian.....	1
Tabel V.1 Jumlah Penduduk hasil simulasi Model 1 .....	40
Tabel V.2 Jumlah Penduduk hail simulasi Model 2.....	43
Tabel V.3 Jumlah Penduduk hasil simulasi Model 3 .....	46
Tabel V.4 Jumlah penduduk hasil simulasi Model 4 .....	49
Tabel V.5 Jumlah penduduk hasil simulasi Model 5 .....	53
Tabel V.6 Validasi Model .....	54



## DAFTAR GAMBAR

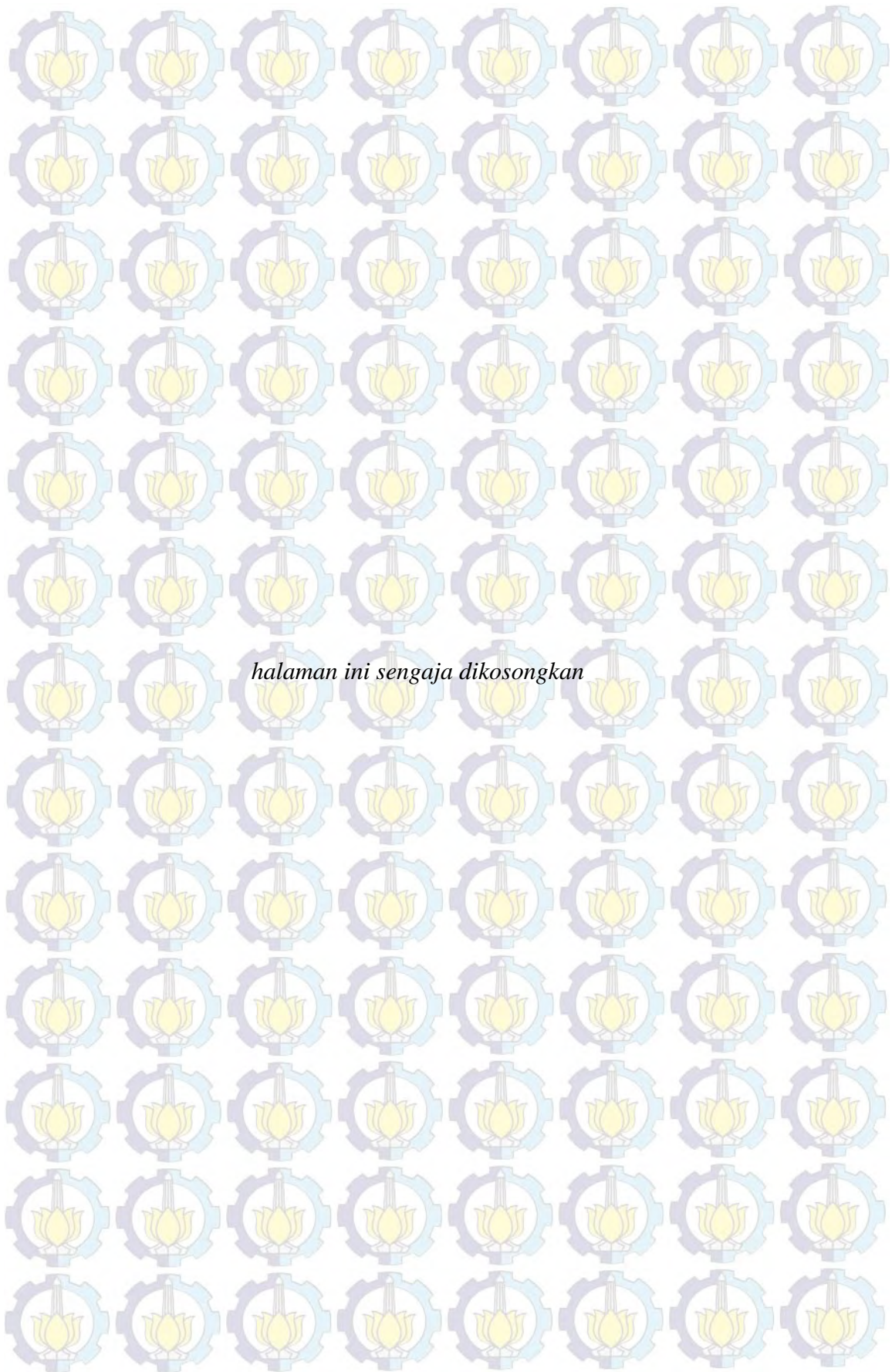
Gambar II-I Langkah Pemodelan <i>System Dynamics</i> (Asyiwati:2002) .....	6
Gambar II-II Ilustrasi hubungan <i>stok-flow</i> diagram .....	7
Gambar II-III Diagram lingkaran umpan balik .....	9
Gambar II-IV Lingkaran umpan balik positif dan negatif .....	9
Gambar II-V Tampilan pada lembar kerja perangkat lunak <i>Powersim constructor</i> .....	10
Gambar II-VI Simbol variabel “level” .....	11
Gambar II-VII Simbol variabel “rate” .....	11
Gambar II-VIII Simbol variabel “auxiliary” .....	12
Gambar II-IX Simbol “konstanta” .....	12
Gambar II-X Simbol “garis penghubung” .....	12
Gambar II-XI Urutan komputasi simulasi <i>system dynamics</i> .....	13
Gambar II-XII contoh Sub model Jumlah Penduduk pada Powesim .....	20
Gambar III-I Diagram Alir Penelitian .....	26
Gambar IV.1 Peta wilayah Kabupaten Sumenep .....	29
Gambar IV.2 Jumlah Penduduk masing-masing pulau .....	30
Gambar IV.3 Peta Kepulauan Masalembu .....	31
Gambar IV.4 Jumlah penduduk Masalembu (Bappeda Kab. Sumenep) .....	32
Gambar IV.5 Kapal Perintis Sabuk Nusantara 27 .....	33
Gambar IV.6 Layanan Kapal Perintis Sabuk Nusantara 27 .....	34
Gambar V.1 Konsep Hubungan antar sub model .....	36
Gambar V.2 Hubungan sebab-akibat Model penduduk .....	36
Gambar V.3 Diagram sebab-akibat penelitian .....	37
Gambar V.4 Model jumlah penduduk .....	38
Gambar V.5 Hubungan jumlah penduduk dengan kelahiran .....	39
Gambar V.6 Hubungan jumlah penduduk dengan kematian .....	39
Gambar V.7 perbandingan grafik hasil simulasi model 1 dengan data .....	40
Gambar V.8 model 2 .....	42
Gambar V.9 Grafik hasil simulasi model 2 .....	44
Gambar V.10 Model 3 .....	45
Gambar V.11 grafik hasil simulasi model 3 .....	46
Gambar V.12 model 4 .....	47
Gambar V.13 Hubungan antara Jumlah penduduk dengan Kebutuhan .....	49
Gambar V.14 Hasil simulasi Model 4 .....	50
Gambar V.15 Model 5 .....	51
Gambar V.16 Grafik hasil simulasi model 5 .....	53
Gambar V.17 Uji validasi model terhadap data actual .....	54
Gambar V.18 Model skenario 1 .....	56
Gambar V.19 model operasional kapal .....	57
Gambar V.20 Hubungan antara freight dengan harga barang di kepulauan .....	57
Gambar V.21 Perbandingan nilai freight antara Model 5 dengan Model skenario 1 .....	58
Gambar V.22 grafik pengiriman yang dipengaruhi oleh jumlah penduduk .....	58
Gambar V.23 Perbandingan grafik setelah 200 kali masa simulasi skenario 1 .....	59
Gambar V.24 Freight skenario 2 .....	60
Gambar V.25 Freight skenario 1 .....	60
Gambar V.26 Perbandingan grafik setelah simulasi 200 kali skenario 2 .....	61



## DAFTAR PUSTAKA

- Agus Sumadi, S. U. (2008). *Pendekatan Model Sistem Dalam Kebijakan Pengelolaan Populasi Rusa di Taman Nasional Baluran*. Palembang: Balai Penelitian Kehutanan Palembang.
- Badan Pusat Statistik . (2007-2010). *Sumenep Dalam Angka*. Sumenep: BPS.
- Forrester, J. W. (1970). *Introduction to system dynamics*. Massachussets.
- Forrester, J. W. (2009). *Some Basic Concept in System Dynamics*. Massachussets: Sloan School of Management.
- Forrester, J. W. (1989). *The Beginning of System Dynamics*. Stuttgart: International Meeting of System Dynamics Society.
- Kiem, D. H. (1992, February). Guidelines for Drawing Causal loop Diagrams. *The System Thinker* .
- Muhammadi, E. A. Konsep Dasar Sistem Dinamis.
- Prima, R. (n.d.). Analisa Kebijakan Pengembangan Potensi Pariwisata Kawasan Pesisir Kabupaten Bengkalis dengan Model Dinamika Sistem.
- Project, T. C. (1972). *The Limits to Growth*. New York: Universe Book.
- Purnomo, D. (2011). *Pengantar Sistem Dinamik*.
- Roos, A. M. (2013). *Modelling Population Dynamics*. University of Amsterdam.
- Sitepu, G. (2009). *Analisis Biaya Operasional Kapal Penyeberangan di Wilayah Pulau Tertinggal* , 119-128.
- Smith, N. First Step in Formalising Qualitative System Dynamics. Wiltshire: Cranfield University.
- Sumenep, B. (2013). [www.Sumenep.go.id](http://www.Sumenep.go.id). diambil dari [www.Sumenep.go.id/jumlahpenduduk](http://www.Sumenep.go.id/jumlahpenduduk).
- United Nations of Educational, Scientific and Cultural Organization. (1977). *Handbook of The American Latin World Model*. Paris.
- Wiyono, S. *Penggunaan Sistem Dinamik Dalam Manajemen Transportasi Untuk Mengatasi Masalah Kemacetan di Daerah Perkotaan*. Riau.





## BIODATA PENULIS



Dilahirkan di Lamongan pada 24 Desember 1989, Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis mempunyai hobi bermain bola dan nonton film. Selain aktif sebagai mahasiswa, penulis juga merupakan pengurus dari karang taruna Desa tempat penulis berasal. Penulis mulai menempuh sekolah formal di TK Muslimat NU Simbatan tahun 1994. Kemudian dilanjutkan di SDSimbatan mulai tahun 1995 dan selesai pada 2001. Setelah itu dilanjutkan di SMP Negeri 2 Lamongan 2001-2004 dan dilanjutkan menempuh pendidikan di SMA Negeri 2 Lamongan dari tahun 2004-2007. Melalui tes SPMB tahun 2007, Penulis diterima di Jurusan Teknik Perkapalan FTK ITS dengan Nomor registrasi 4107 100 088.

Di Jurusan Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Transportasi Laut & Logistik. Selama menjadi mahasiswa, Penulis aktif sebagai pengurus Himpunan Mahasiswa Teknik Perkapalan (HIMATEKPAL) sebagai staf Divisi Minat Bakat tahun 2009.

Penulis tercatat sebagai salah satu panitia kegiatan Ocean Week 4 tahun 2010 yang diselenggarakan di Pantai Sendangbiru, Kabupaten Malang.

Serta; menjadi Ketua Panitia Naval Week 2010 dengan kegiatan Lomba Perahu Naga antar SMA se-GerBangKertoSuSiLa tahun 2010.

Email: [sihabulm@gmail.com](mailto:sihabulm@gmail.com)



# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1. Latar Belakang Masalah

Sebagai Negara kepulauan, salah satu masalah yang ada di Indonesia adalah terbatasnya sarana transportasi yang menghubungkan antar pulau. Padahal, ketersediaan sarana transportasi yang baik ini berpengaruh terhadap perekonomian, mobilitas penduduk, perdagangan serta pemerataan pembangunan. Sarana transportasi laut yang baik akan menghindarkan masyarakat kepulauan dari kesenjangan ekonomi, pembangunan dan informasi.

Seperti umumnya daerah di kepulauan, transportasi laut menjadi pilihan utama warga di kepulauan Masalembu. Penduduk di wilayah kepulauan ini membutuhkan sarana transportasi laut untuk melakukan kegiatan-kegiatan perekonomian seperti berdagang dan bekerja.

Namun, sarana transportasi laut yang melayani Kepulauan Masalembu masih kurang. Saat ini hanya ada 1 kapal perintis yang melayani angkutan dari Sumenep ke daerah kepulauan, itupun hanya 10 hari sekali (Dinas Perhubungan Sumenep: 2013). Selain itu, untuk transportasi antar pulau-pulau kecil di sekitarnya masih menggunakan perahu-perahu kecil yang tentu tidak sesuai dengan kondisi perairan yang mempunyai gelombang tinggi.

Akibat dari minimnya sarana transportasi laut yang melayani ini membuat kehidupan masyarakat di kepulauan Kabupaten Masalembu menjadi kurang baik. Kebutuhan akan sembako dan BBM menjadi sering menjadi barang langka akibat terhambatnya pasokan dari daratan Sumenep karena minimnya kapal yang beroperasi. Hal ini juga yang membuat pembangunan di sana menjadi terhambat. (radarpemkabsumenep.com, 2010).

**Tabel I.1 Potret lokasi penelitian**

Kondisi Wilayah Kepulauan Masalembu	
Latar belakang permasalahan	Terbatasnya kapal yang melayani
	Frekuensi layanan kapal yang kurang
	Transportasi antar pulau menggunakan kapal-kapal kecil dihadapkan dengan gelombang laut tinggi



	Bahan-bahan pokok didapat dari sumenep daratan
Dampak	Terbatasnya mobilitas penduduk
	Tingginya harga kebutuhan pokok
	Kelangkaan barang-barang pokok dan kebutuhan sehari-hari
	Ketergantungan pasokan dari sumenep daratan
Hipotesa	Layanan transportasi memiliki dampak yang signifikan terhadap tingkat kesejahteraan dan mobilisasi di wilayah kepulauan Sumenep
Metode pemecahan masalah	Analisa layanan transportasi laut terhadap kualitas hidup wilayah kepulauan; Metode yang digunakan adalah <i>system dynamics</i> dengan melihat hubungan antara model populasi terhadap model transportasi yang digambarkan pada <i>software Powersim constructor</i> .
Data yang diperlukan	Jumlah penduduk kepulauan Sumenep
	Data kapal dan frekuensi layanan transportasi laut

## I.2. Perumusan Masalah

Dari latar belakang masalah yang dipaparkan di atas, ditentukan permasalahan pokok Tugas Akhir ini yaitu:

1. Bagaimana layanan transportasi laut untuk melayani kebutuhan masyarakat di Kepulauan Masalembu?
2. Bagaimana model *system dynamics* yang untuk mengetahui layanan transportasi laut terhadap pemenuhan kebutuhan di Kepulauan Masalembu?
3. Apakah dampak layanan transportasi terhadap penduduk dari hasil simulasi?

## I.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Daerah yang dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah Kepulauan Masalembu, Jawa Timur.
2. Transportasi Laut yang dimaksud dalam Tugas Akhir ini adalah layanan kapal perintis.



3. Beberapa nilai yang dimasukkan merupakan hasil asumsi karena keterbatasan data.

#### **I.4. Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi ketersediaan angkutan transportasi laut untuk layanan pemenuhan kebutuhan masyarakat di kepulauan Kabupaten Sumenep.
2. Mengetahui model *system dynamics* layanan transportasi laut di Kepulauan Sumenep.
3. Mengetahui pengaruh layanan transportasi terhadap penduduk Kepulauan Sumenep.

#### **I.5. Manfaat**

Manfaat yang diharapkan dari penulisan tugas akhir ini antara lain:

1. Bagi Penulis  
Diharapkan mampu memberikan pengetahuan yang lebih mengenai teori *system dynamics* dalam penerapannya di bidang transportasi laut sehingga sesuai dengan materi kuliah yang penulis dalam.
2. Bagi Masyarakat  
Penulisan Tugas Akhir ini diharapkan agar memberikan sumbangan penulisan tentang penggunaan metode *system dynamics* untuk mengetahui pengaruh transportasi laut terhadap kehidupan masyarakat kepulauan.

#### **I.6. Hipotesis**

Layanan transportasi laut kapal perintis memiliki dampak yang signifikan terhadap mobilitas penduduk Kepulauan Sumenep

#### **I.7. Sistematika Tugas Akhir**

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR REVISI

ABSTRAK

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR



## DAFTAR TABEL

### BAB I PENDAHULUAN

Berisikan konsep penyusunan Tugas Akhir yang meliputi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, hipotesa, dan sistematika penelitian.

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan teori-teori yang mendukung dan relevan dengan penelitian. Teori tersebut dapat berupa penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya seperti Jurnal, Tugas Akhir, Tesis, dan Literatur yang relevan dengan topik penelitian.

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisikan langkah-langkah atau kegiatan dalam pelaksanaan Tugas Akhir yang mencerminkan alur berpikir dari awal pembuatan Tugas Akhir sampai selesai. Dalam bab ini juga dibahas mengenai pengumpulan data-data primer dan sekunder yang menunjang Tugas Akhir.

### BAB IV GAMBARAN UMUM

Berisikan penjelasan sekilas tentang objek penelitian Tugas Akhir. Adapun yang menjadi objek penelitian adalah Kepulauan Masalembu.

### BAB V ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Berisikan metode pengolahan data yang dipakai dalam Tugas Akhir. Metode pengolahan data yang dipakai berdasarkan Landasan Teori dan berurutan sesuai dengan Metodologi Penelitian (Bab III). Pada Bab ini akan diketahui hasil penelitian Tugas Akhir.

### BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan penjelasan dan kesimpulan dari hasil pengerjaan Tugas Akhir. Selanjutnya dituliskan beberapa saran atas hasil yang diperoleh baik dari segi penggunaan data dan metode penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN



## Bab II

# TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

### II.1. Definisi System Dynamics

*System dynamics* pertama kali diperkenalkan oleh Jay W. Forrester di Massachusetts Institute of Technology (MIT) pada tahun 1950-an, merupakan suatu metode pemecahan masalah-masalah kompleks yang timbul karena adanya kecenderungan sebab-akibat dari berbagai macam variabel di dalam sistem. Metode *system dynamics* pertama kali diterapkan pada permasalahan manajemen seperti fluktuasi inventori, ketidakstabilan tenaga kerja, dan penurunan pangsa pasar suatu perusahaan. Hingga saat ini aplikasi metode *system dynamics* terus berkembang semenjak pemanfaatannya dalam bidang-bidang sosial dan ilmu-ilmu fisik.

Berikut ini pengertian *system dynamics* adalah sebagai berikut :

- a. *System dynamics* adalah suatu metode analisis permasalahan dimana waktu merupakan salah satu faktor penting, dan meliputi pemahaman bagaimana suatu sistem dapat dipertahankan dari gangguan di luar sistem, atau dibuat sesuai dengan tujuan dari pemodelan sistem yang akan dibuat.
- b. *System dynamics* adalah metodologi untuk memahami suatu masalah yang kompleks. Metodologi ini dititikberatkan pada kebijakan dan bagaimana kebijakan tersebut menentukan tingkah laku masalah yang dapat dimodelkan oleh *system dynamics*.
- c. *System dynamics* adalah suatu metode pendeskripsian kualitatif, pemahaman, dan analisis sistem kompleks dalam ruang lingkup proses, informasi, dan struktur organisasi, yang memudahkan dalam simulasi pemodelan kuantitatif dan analisis kebijakan dari struktur sistem dan kontrol.
- d. *System dynamics* adalah suatu bidang untuk memahami bagaimana sesuatu berubah menurut waktu. Sistem ini dibentuk oleh persamaan diferensial. Persamaan diferensial digunakan untuk masalah-masalah biofisik yang diformulasikan sebagai keadaan dimasa datang yang tergantung dari keadaan sekarang (Forrester, 1999).



## II.2. Pemodelan Dinamik

Pemodelan merupakan alat bantu dalam pengambilan keputusan. Model didefinisikan sebagai suatu penggambaran dari suatu sistem yang telah dibatasi. Sistem yang dibatasi ini merupakan sistem yang meliputi semua konsep dan variabel yang saling berhubungan dengan permasalahan dinamik (*dynamic problem*) yang ditentukan.

Pada umumnya model dibangun untuk tujuan peramalan (*forecasting*) atau perancangan kebijaksanaan. Berbeda dengan model statis, pendekatan model dinamik bersifat deduktif dan mampu menghilangkan kelemahan-kelemahan dalam asumsi-asumsi yang dibuat sehingga kesepakatan atas asumsi-asumsi dapat diperoleh. Model dinamik menekankan pada proses perubahan dari satu kondisi ke kondisi lainnya.

## II.3. Pendekatan System Dynamics

Permasalahan dalam *system dynamics* dilihat tidak disebabkan oleh pengaruh dari luar namun dianggap disebabkan oleh struktur internal sistem. Tujuan metodologi *system dynamics* berdasarkan filosofi kausal (sebab akibat) adalah mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang tata cara kerja suatu sistem (Asyiwati, 2002).

Tahapan dalam Pemodelan dengan Pendekatan *system dynamics* adalah:



Gambar II-1 Langkah Pemodelan *System Dynamics* (Asyiwati:2002)

Pendefinisian masalah merupakan tahap yang sangat penting dilakukan untuk mengetahui dimana sebenarnya pemodelan sistem perlu dilakukan. Tahap selanjutnya adalah menetapkan tujuan dan batas permasalahan dari sistem yang



akan dimodelkan. Batas sistem menyatakan komponen-komponen yang termasuk dan tidak termasuk dalam pemodelan sistem. Batas sistem ini meliputi kegiatan-kegiatan di dalam sistem sehingga perilaku yang dipelajari timbul karena interaksi dari komponen-komponen di dalam sistem (Purnomo, 2003).

Selanjutnya, konseptualisasi model dilakukan atas dasar permasalahan yang didefinisikan. Ini dimulai dengan identifikasi komponen atau variabel yang terlibat dalam pemodelan. Variabel-variabel tersebut kemudian dicari interelasinya satu sama lain dengan menggunakan ragam metode seperti diagram sebab akibat (*causal*), diagram kotak panah (*stock and flow*), dan diagram sekuens (aliran). Konseptualisasi model ini memberikan kemudahan bagi pembaca agar dapat mengikuti pola pikir yang tertuang dalam model sehingga menimbulkan pemahaman yang lebih mendalam atas sistem (Purnomo, 2003).

Struktur utama yang membentuk pemodelan *system dynamics* adalah aliran (*flow*) dan stok (*level*). *Level* merupakan nilai akumulasi dari fungsi yang bekerja pada flow pada satuan waktu tertentu. Untuk lebih mudah memahami tentang hubungan antara *flow* dan *level* ini bisa digambarkan dengan:



**Gambar II-II Ilustrasi hubungan stok-flow diagram**

Dimisalkan tanda panah adalah aliran alir yang masuk ke dalam sebuah timba. Maka dalam hal ini yang dimaksud dengan flow adalah aliran air yang masuk (liter/detik). Sedangkan banyaknya air yang ada ditimba adalah akumulasi dari lama air itu mengalir masuk ke dalam timba (liter).

Berikut adalah persamaan matematis dari *diagram stok-flow* :

$$\text{Level} = \int_0^t (\text{flow}) s \, dt$$

Kemudian pada tahap formulasi (spesifikasi) model dilakukan perumusan makna yang sebenarnya dari setiap relasi yang ada dalam model konseptual, ini



dilakukan dengan memasukkan data kuantitatif ke dalam diagram model. Spesifikasi model dilakukan terhadap variabel-variabel yang saling berhubungan dalam diagram. Pemodel dapat menentukan nilai parameter dan melakukan percobaan-percobaan terhadap pengembangan model dengan mengkomunikasikan kepada aktor-aktor yang terlibat. Dalam hal ini, model diformulasikan dengan persamaan matematik (Purnomo, 2003).

Pada prinsipnya, model system dynamics dapat dinyatakan dan dipecahkan secara numerik dalam sebuah bahasa pemrograman. Perangkat lunak khusus untuk *system dynamics* telah banyak tersedia seperti Dynamo, Stella, **Powersim constructor**, Vensim, Ithink, dan lain-lain. Pemilihan **Powersim constructor** sebagai perangkat lunak untuk simulasi model adalah karena kemudahan dan kecanggihannya yang terus berkembang. Dalam **Powersim constructor**, model kualitatif disajikan dalam bentuk grafik dari satu atau lebih variabel terhadap waktu. Pada model yang telah dibuat, data kuantitatif berupa data, informasi dimasukkan dengan memilih variabel-variabel yang tersedia seperti level, rate, auxiliary, dan konstanta dan kemudian nilai atau formula dimasukkan ke dalam variabel-variabel tersebut. Selanjutnya, metode numerik dan *time step* dapat dipilih untuk mengkalkulasi model (Muhammadi et al., 2001).

Tahap selanjutnya adalah melakukan simulasi terhadap model dan melakukan validasi model. Menurut Muhammadi et al. (2001) simulasi model dilakukan untuk memahami gejala atau proses sistem, membuat analisis dan peramalan perilaku gejala atau proses tersebut di masa depan. Sedangkan validasi model dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara hasil simulasi dengan proses yang dimodelkan. Hasil validasi ini kemudian akan menimbulkan proses perbaikan dan reformulasi model. Akhirnya dilakukan analisis kebijakan pada model yang telah valid dan ini akan menambah pemahaman terhadap sistem.

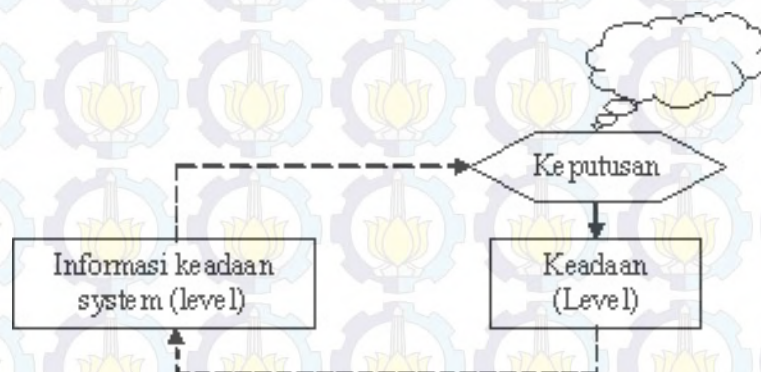
#### **II.4. Sistem Umpan Balik (*feedback system*)**

Permasalahan yang dimodelkan dengan pendekatan *system dynamics* sebaiknya mengandung dua karakteristik, yaitu :

- a. Masalah yang akan dimodelkan mempunyai sifat dinamik, yakni menyangkut kuantitas yang berubah menurut waktu, sehingga dapat direpresentasikan dalam grafik kuantitas terhadap waktu.
- b. Adanya sistem umpan balik (*feedback system*).



Lingkaran umpan balik merupakan suatu lingkaran tertutup dimana sederetan keputusan dihubungkan untuk menentukan tindakan, keadaan (*level*) sistem serta informasi mengenai keadaan sistem. Informasi tersebut kemudian akan kembali kepada keputusan. Hal-hal yang mempengaruhi keputusan bukanlah keadaan (*level*) saja, melainkan juga informasi tentang keadaan yang mungkin berbeda dari keadaan sebenarnya akibat kesalahan atau keterlambatan (*delay*) yang terjadi dalam lintasan. Diagram lingkaran umpan balik dapat dilihat pada Gambar II.3



**Gambar II-III Diagram lingkaran umpan balik**

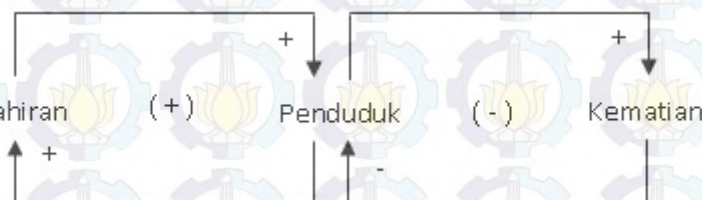
Menurut Muhammadi et al. (2001), lingkaran umpan balik dibedakan menjadi dua, yaitu positif dan negatif. Hubungan positif jika:

- Parameter A menambah terhadap parameter B.
- Atau, jika parameter A berubah maka parameter B berubah searah.

Sedangkan hubungan negatif jika :

- Parameter A sifatnya mengurangi terhadap parameter B
- Atau, jika parameter A berubah maka parameter B berubah berlawanan arah.

Lingkaran umpan balik hubungan positif dan hubungan negatif dapat disimak pada Gambar II.4 di bawah ini.



**Gambar II-IV Lingkaran umpan balik positif dan negatif**



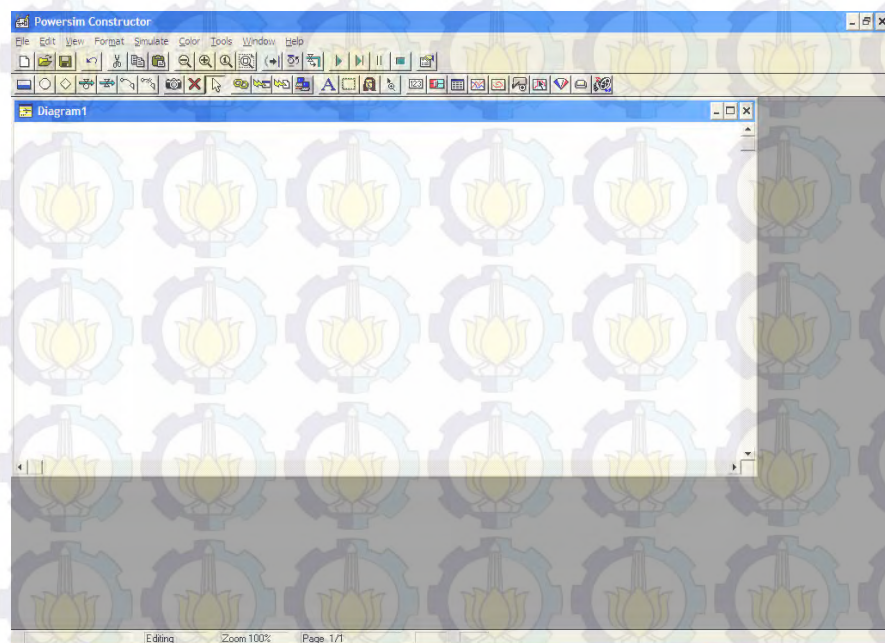
Lingkar umpan balik tersebut terdiri atas lingkar umpan balik positif yaitu hubungan antara kelahiran dengan penduduk, dimana semakin banyak kelahiran bayi semakin bertambah jumlah penduduk. Di lain pihak, semakin banyak jumlah penduduk semakin banyak jumlah kelahiran bayi. Sebaliknya, lingkar umpan balik negatif yaitu hubungan antara kematian dengan penduduk, dimana semakin banyak kematian bayi semakin berkurang jumlah penduduk, di lain pihak semakin banyak jumlah penduduk semakin banyak jumlah kematian bayi.

## II.5. Perangkat Lunak Powersim constructor

**Powersim constructor** merupakan singkatan dari Powerfull Simulation, yaitu perangkat lunak simulasi yang memiliki kemampuan untuk melakukan simulator teknis berdasarkan pada metodologi pemodelan yang disebut *system dynamics*.

Pada perangkat **Powersim constructor** constructor disediakan beberapa perangkat untuk mewakili komponen-komponen kondisi nyata yang akan dimodelkan sesuai dengan langkah yang diambil oleh pemodel. Selanjutnya interaksi antar model dapat diketahui dengan memberikan fungsi dan relasi matematis dalam setiap variabel.

Perangkat lunak **Powersim constructor** constructor dipilih untuk melakukan simulasi karena penggunaannya yang mudah. Hasil simulasi dengan tampilan berupa grafik dan tabel akan memudahkan pemodel untuk mengetahui hubungan dan interaksi variabel dari model yang telah dibangun.



Gambar II-V Tampilan pada lembar kerja perangkat lunak **Powersim constructor**



Di dalam perangkat lunak *Powersim constructor* juga diberikan beberapa contoh dalam pemodelan menggunakan system dynamics. Contoh tersebut disertai juga dengan setiap langkah serta hasil simulasi. Beberapa contoh yang dimaksud antara lain: model inventori barang, model populasi serta model pinjaman.

## II.6. Komponen Pemodelan System Dynamics

Dalam pemodelan *system dynamics* terdapat besaran-besaran pokok yang terdiri atas variabel-variabel. Variabel dalam *Powersim constructor* yang digunakan adalah variabel "level", variabel "rate", variabel "auxiliary", dan variabel "konstanta" (*Powersim constructor*, 2005).

### a. "Level"

"Level" merupakan variabel yang menyatakan akumulasi dari sejumlah benda (*nouns*) seperti orang, uang, inventori, dan lain-lain terhadap waktu. "Level" dipengaruhi oleh variabel "rate" dan dinyatakan dengan simbol persegi panjang. Pada bagian bawah simbol variabel "level" menunjukkan nama variabel (*Powersim constructor*, 2005).



Gambar II-VI Simbol variabel "level"

### b. "Rate"

"Rate" merupakan suatu aktivitas, pergerakan (*movement*), atau aliran yang berkontribusi terhadap perubahan per satuan waktu dalam suatu variabel "level". "Rate" merupakan satu-satunya variabel yang mempengaruhi variabel "level" (Tasrif, 2004). Dalam *Powersim constructor*, simbol "rate" dinyatakan dengan kombinasi antara "flow" dan "auxiliary". Simbol ini harus terhubung dengan sebuah variabel "level".



Gambar II-VII Simbol variabel "rate"

c. "Auxiliary"

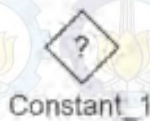
"Auxiliary" merupakan variabel tambahan untuk menyederhanakan hubungan informasi antara "level" dan "rate" (Shintasari, 1988). Seperti variabel "level", variabel "auxiliary" juga dapat digunakan untuk menyatakan sejumlah benda (*nouns*). Simbol "auxiliary" dinyatakan dengan sebuah lingkaran (*Powersim constructor*, 2005).



Gambar II-VIII Simbol variabel "auxiliary"

d. "Konstanta"

"Konstanta" merupakan input bagi persamaan "rate" baik secara langsung maupun melalui "auxiliary". "Konstanta" menyatakan nilai parameter dari sistem real. Simbol "konstanta" dinyatakan dengan segi empat (*Powersim constructor*, 2005).



Gambar II-IX Simbol "konstanta"

e. Garis Penghubung

Garis penghubung (*link*) menghubungkan antara satu variabel dengan variabel lainnya atau antara variabel dengan konstanta. Simbol *link* dalam *Powersim constructor* dinyatakan dengan sebuah panah halus (Shintasari, 1988).



Gambar II-X Simbol "garis penghubung"

Dalam proses simulasi, perhitungan persamaan dilakukan setahap demi setahap terhadap waktu. Pertambahan waktu yang kontinyu, dipecah-pecah dalam interval waktu yang pendek dan sama besar. Tasrif (2004) mengemukakan



persamaan model *system dynamics* merupakan persamaan *discrete differential*.

Sistem persamaan tersebut memiliki bentuk umum sebagai berikut :

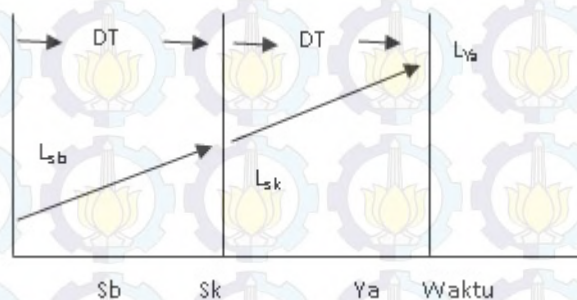
$$L_{sk} = L_{sb} + PL_{sb \rightarrow sk} \dots\dots\dots (1)$$

$$PL_{sb \rightarrow sk} = f(L_{sb}) \dots\dots\dots (2)$$

Persamaan (1) menyatakan nilai variabel level (L) pada saatsekarang ( $L_{sk}$ ) adalah sama dengan nilai variabel L pada saat sebelumnya ( $L_{sb}$ ) ditambah dengan perubahan nilai variabel L dari sebelumnya sampaisekarang ( $PL_{sb \rightarrow sk}$ ). Persamaan (2) menyatakan bahwa perubahan nilaivariabel L dari sebelumnya (sb) sampai sekarang (sk),  $PL_{sb \rightarrow sk}$ , merupakan suatu fungsi dari nilai variabel sebelumnya ( $L_{sb}$ ). Apabila interval waktu antara  $sb \rightarrow sk$  dinyatakan sebagai  $\Delta t$ , dan dipilih cukup kecil, maka perilaku L terhadap waktu mendekati perilaku suatu sistem kontinyu. Dalam formulasi pemodelan sistem dinamik digunakan operasi aritmatikasebagai berikut :

+	Penjumlahan	/	Pembagian
-	Pengurangan	^	Pangkat
*	Perkalian	()	Pengelompokan

Dalam simulasi *system dynamics*, urutan komputasi simulasi dapatdigambarkan sebagai berikut :



**Gambar II-XI** Urutan komputasi simulasi *system dynamics*



dimana,

Sb : Sebelumnya

Sk : Sekarang

Ya : Yang akan datang

Dt : Interval waktu simulasi ( $\Delta t$ )

Sesuai dengan banyaknya jenis variabel dan konstanta, dikenal beberapa macam persamaan yaitu:

#### 1. Persamaan "level"

Persamaan "level" merupakan persamaan yang menghitung akumulasi aliran masuk dan aliran keluar pada selang waktu tertentu. Harga baru suatu level dihitung dengan menambah atau mengurangi harga "level" suatu interval waktu sebelumnya dengan "rate" yang bersangkutan dikalikan dengan interval waktu yang digunakan. Harga variabel "level" dapat diubah oleh beberapa buah variabel "rate" (Shintasari, 1988).

Contoh :

$$L_{sk} = L_{sb} + dT * (RM_{sb \rightarrow sk} - RK_{sb \rightarrow sk})$$

dimana,

L : "level" (unit)

Lsk : harga baru dari "level" yang akan dihitung pada saat sekarang (sk)

Lsb : harga "level" pada saat sebelumnya (sb)

dT : interval waktu (satuan waktu)

RM : "rate" yang akan menambah "level" L ("rate" masuk)

RK : "rate" yang akan mengurangi "level" L ("rate" keluar)

$RM_{sb \rightarrow sk}$  : harga "rate" yang akan menambah "level" L selama interval waktu sb  $\rightarrow$  sk (unit/satuan waktu)

$RK_{sb \rightarrow sk}$  : harga "rate" yang akan mengurangi "level" L selama interval waktu sb  $\rightarrow$  sk (unit/satuan waktu)

#### 2. Persamaan "rate"

Persamaan "rate" menyatakan bagaimana aliran di dalam sistem diatur. Harga variabel "rate" dalam suatu interval waktu sering dipengaruhi oleh variabel-variabel "level", "auxiliary", atau "konstanta" dan tidak dipengaruhi



oleh panjangnya waktu. Persamaan "rate" dihitung pada saat sk, dengan menggunakan informasi dari "level" atau "auxiliary" pada saat sk untuk mendapatkan "rate" aliran selama interval waktu selanjutnya (sk → ya). Asumsi yang diambil dalam perhitungan "rate" ini adalah bahwa selama interval waktu DT, harga "rate" konstan. Hal ini merupakan pendekatan dari keadaan sebenarnya dimana "rate" berubah terhadap waktu secara kontinyu (Shintasari, 1988). Bentuk persamaan "rate" adalah :

$$RM_{sk \rightarrow ya} = f(\text{"level"}, \text{"auxiliary"}, \text{dan "konstanta"})$$

### 3. Persamaan "auxiliary"

Persamaan "auxiliary" berfungsi untuk membantu menyederhanakan persamaan "rate" yang rumit. Harga "auxiliary" dipengaruhi oleh variabel "level", variabel "auxiliary" lain dan konstanta yang telah diketahui (Shintasari, 1988).

Contoh :

$$A_{sk} = L_{sk} / C$$

dimana,

A : variabel "auxiliary"

A<sub>sk</sub> : harga variabel "auxiliary" A yang akan dihitung pada saat sk

L<sub>sk</sub> : harga variabel "level" L pada saat sk

C : harga konstanta

### 4. Persamaan "konstanta" / parameter

Suatu konstanta mempunyai harga yang tetap sepanjang selang waktu simulasi, sehingga tidak memerlukan notasi waktu dibelakangnya. Persamaan konstanta menunjukkan nilai parameter yang selalu mengikuti persamaan variabel "level", "rate", atau "auxiliary" (Shintasari, 1988).

Contoh :

$$\text{Const} = 0,04$$

dimana,

Const : nama dari suatu konstanta



## 5. Persamaan Fungsi Logika

Fungsi logika yang terdapat dalam **Powersim constructor** yang digunakan pada tugas akhir ini adalah fungsi IF. Fungsi IF digunakan untuk menggambarkan suatu kondisi (*conditional function*).

IF (Condition, Val1, Val2)

dimana:

Condition : suatu logical value ( true or false )

Val1 : angka sembarang ( computational parameter )

Val2 : angka sembarang ( computational parameter )

## 6. Persamaan Fungsi Bilangan Acak ( Random Number )

Fungsi bilangan acak yang digunakan pada tugas akhir ini adalah fungsi RANDOM. Fungsi ini digunakan untuk menuliskan sejumlah bilangan acak yang berdistribusi *uniform*.

RANDOM (0.5,1.5)

Setiap persamaan yang telah disebutkan di atas dalam **Powersim constructor** diberi simbol sesuai dengan jenis persamaan yang diwakilinya, yaitu :



Persamaan "level" merupakan penjumlahan atau akumulasi, atau persamaan integral. Persamaan "rate" dan "auxiliary" adalah perhitungan aritmatik. Sedangkan persamaan "konstanta" merupakan masukan nilai untuk parameter yang harganya konstan selama simulasi.

## II.7. Teknik Simulasi

Simulasi adalah proses perancangan suatu model dari suatu sistem nyata dan melakukan percobaan-percobaan dengan model tersebut dengan tujuan untuk



memahami tingkah laku sistem atau mengevaluasi berbagai strategi untuk pengoperasian sistem (Shannon, 1975 di dalam Tasrif, 2004). Simulasi menurut Subagyo et al. (1989) adalah duplikasi atau pemodelan persoalan dalam kehidupan nyata dalam model matematika. Dalam hal ini biasanya dilakukan penyederhanaan, sehingga pemecahan dengan model-model matematika bisa dilakukan. Teknik simulasi bersifat luwes terhadap perubahan-perubahan, sehingga sesuai dengan keperluan sistem yang sebenarnya. Keuntungan penggunaan simulasi:

1. Simulasi mampu mengembangkan model dari sistem sehingga dapat memberikan pemahaman yang lebih baik terhadap sistem nyata.
2. Simulasi jauh lebih umum dibandingkan model matematik dan dapat digunakan dimana model analitik matematik tidak dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan.
3. Model simulasi memberikan replikasi yang lebih realistis terhadap sistem nyata karena memerlukan asumsi yang lebih sedikit.

Sedangkan kekurangan dalam penggunaan simulasi:

1. Simulasi bukan merupakan proses optimasi sehingga hasil yang dicapai bisa berubah tergantung sudut pandang pemodel.
2. Model simulasi yang baik dan efektif adalah sangat mahal dan memerlukan waktu lama dibandingkan model analitik.
3. Tidak semua situasi dapat dinilai melalui simulasi kecuali situasi yang memuat ketidakpastian.

## **II.8. Landasan Teori**

### **II.8.1. Sub Model Jumlah Penduduk**

Slamet Triyono (2009) menyebutkan bahwa Pertumbuhan penduduk secara umum dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu pertumbuhan alami, pertumbuhan migrasi, dan pertumbuhan penduduk total.

Tingkat kelahiran adalah tingkat pertambahan jumlah anak atau tingkat kelahiran bayi pada satu periode tertentu. Adapun untuk perhitungan tingkat kelahiran dilakukan dengan dua cara, yaitu:

1. Angka kelahiran kasar (*Crude Birth Rate* / CBR)  
Adalah angka kelahiran yang menunjukkan jumlah kelahiran per seribu penduduk untuk suatu periode



## 2. Angka kelahiran umum (*General Fertility Rate / GFR*)

Adalah angka yang menunjukkan jumlah bayi yang lahir dari setiap seribu wanita pada usia subur atau pada kelompok usia 15-50 tahun.

Tingkat kematian merupakan adalah tingkat pengurangan jumlah penduduk akibat kematian pada suatu periode tertentu. Tingkat kematian dapat diketahui dengan perhitungan:

### 1. Tingkat kematian kasar (*Crude Death Rate / CDR*)

Adalah rata-rata jumlah kematian per seribu penduduk dalam suatu periode tertentu.

### 2. Tingkat kematian menurut umur (*Age Specific Death Rate/ ASDR*)

Adalah angka yang menunjukkan jumlah kematian pada kelompok umur tertentu per seribu penduduk dalam kelompok yang sama.

### 3. Tingkat kematian bayi (*Infan Mortality Rate/ IMR*)

Adalah kematian yang dihitung dari banyaknya bayi yang meninggal dari setiap 1000 bayi yang lahir hidup

Migrasi atau mobilitas penduduk adalah kecenderungan perpindahan penduduk dari tempat asal ke tempat baru. Beberapa contoh migrasi penduduk antara lain:

#### a. Migrasi Internasional

Merupakan perpindahan penduduk yang melintasi batas negara untuk keperluan singkat maupun menetap. Diantara contoh migrasi internasional adalah Imigrasi, Emigrasi dan Remigrasi.

- Imigrasi adalah penduduk yang melakukan migrasi masuk ke sebuah negara
- Emigrasi adalah penduduk yang melakukan migrasi keluar dari negara asalnya
- Remigrasi adalah kembalinya penduduk asing ke negara asalnya

#### b. Migrasi Nasional

Merupakan perpindahan penduduk antar daerah yang masih dalam batas suatu negara. Diantara contoh migrasi nasional antara lain Urbanisasi, Transmigrasi, Evakuasi.

- Urbanisasi adalah perpindahan penduduk dari desa menuju kota. Hal ini terjadi dikarenakan beberapa faktor, diantaranya yang sering terjadi adalah faktor ekonomi (Lee&Todaro,1972)



- Transmigrasi adalah perpindahan penduduk yang merupakan program Pemerintah untuk mengurangi kepadatan penduduk serta pemerataan kemakmuran.
- Evakuasi adalah perpindahan penduduk dengan tujuan untuk meninggalkan lokasi yang terdampak bencana atau bahaya yang mengancam keselamatan.

Jumlah penduduk merupakan hasil perhitungan dari empat variabel yang mempengaruhi, yaitu : fertilitas, mortalitas, perkawinan, migrasi dan mobilitas sosial (Bogue, 1969 di dalam Rusli, 1994). Variabel-variabel yang menyusun adalah kelahiran, kematian, dan migrasi yang juga dikenal sebagai komponen-komponen atau determinan-determinan pertumbuhan penduduk.

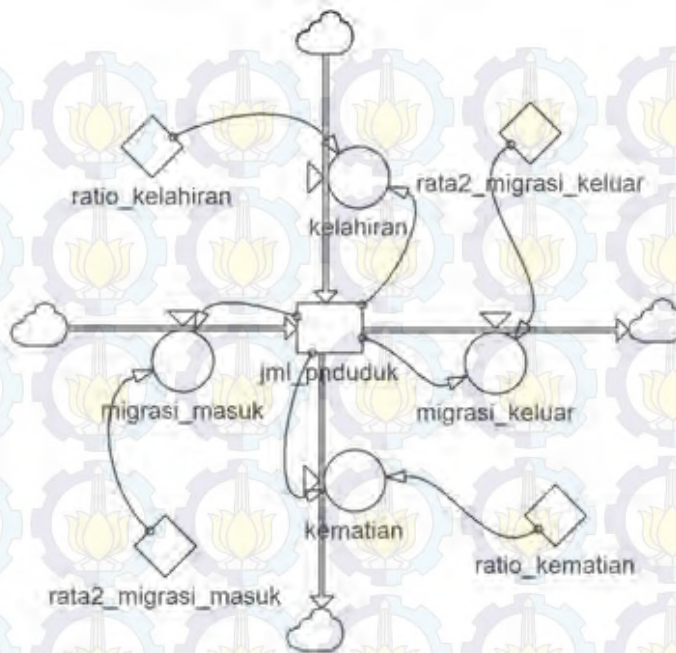
Menurut Rusli (1994), sistem registrasi penduduk seperti data jumlah kelahiran, kematian, dan migrasi dapat digunakan untuk menghitung jumlah penduduk pada akhir suatu periode dari daerah dengan persamaan penduduk sebagai berikut :

$$P_t = P_o + B - D + I - E$$

dimana:

- $P_t$  = jumlah penduduk pada akhir periode t
- $P_o$  = jumlah penduduk pada awal periode t
- $B$  = jumlah kelahiran yang terjadi dalam periode t
- $D$  = jumlah kematian yang terjadi dalam periode t
- $I$  = jumlah imigran atau migran masuk
- $E$  = jumlah emigran atau migran keluar





Gambar II-XII contoh Sub model Jumlah Penduduk pada Powesim

Model di atas merupakan contoh model penduduk yang digambarkan pada perangkat lunak *Powersim constructor constructor 2.5*. Dari gambar terlihat bahwa nilai ratio dari masing-masing fungsi rate merupakan fungsi dari jumlah penduduk.

### II.8.2. Sub Model Transportasi

Sub model transportasi merupakan layanan kapal. Adapun kapal yang melayani rute menuju Masalembu adalah Kapal Perintis Sabuk Nusantara 27. Kapal berjenis *cargo passenger* ini merupakan layanan kapal bersubsidi yang dioperasikan oleh Pemerintah Kabupaten Sumenep melalui Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) Sumekar Line. Adapun untuk fungsi dari model transportasi adalah:

$$S = n \times K \times RTP$$

dimana:

S	= Kapasitas angkut kapal	(ton)
n	= Jumlah kapal	(unit)
K	= Kapasitas kapal	(ton)
RTP	= frekwensi	(trip/tahun)



### II.8.3. Sub Model Ekonomi

Sub model ekonomi merupakan gambaran dari pendapatan bersih yang merupakan hasil dari pendapatan dikurangi pengeluaran. Pendapatan yang dipelajari pada Penelitian ini selanjutnya adalah pendapatan rata-rata berdasarkan kategori rumah tangga sesuai *survey* yang dilakukan oleh Dinas Sosial tahun 2010. Sedangkan pengeluaran didapatkan dari hasil kajian lembaga statistik (BPS) dari rata-rata pengeluaran penduduk tiap tahun.

### II.9. Validasi Model

Validasi merupakan tahap terakhir dalam pengembangan model untuk memeriksa model dengan meninjau apakah keluaran model sesuai dengan sistem nyata (Simatupang, 2000). Menurut Daalen dan Thissen (2001), validasi dalam pemodelan *system dynamics* dapat dilakukan dengan beberapa cara meliputi uji struktur secara langsung (*direct structure tests*) tanpa me-running model, uji struktur tingkah laku model (*structure-oriented behaviour test*) dengan me-running model, dan perbandingan tingkah laku model dengan sistem nyata (*quantitative behaviour pattern comparison*).

Validasi pada pemodelan ini dilakukan dengan membandingkan tingkah laku model dengan sistem nyata ( *quantitative behaviour pattern comparison* ) yaitu dengan uji MAPE.

- Uji MAPE ( Mean Absolute Percentage Error )

*Mean Absolute Percentage Error* (nilai tengah persentase kesalahan absolut) adalah salah satu ukuran relatif yang menyangkut kesalahan persentase. Uji ini dapat digunakan untuk mengetahui kesesuaian data hasil prakiraan dengan data aktual.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \times \frac{|x_m - x_d|}{x_d} \times 100\%$$

Keterangan :

$X_m$  = data hasil simulasi

$X_d$  = data aktual

$n$  = periode/banyaknya data



Kriteria ketepatan model dengan uji MAPE (Lomauro dan Bakshi, 1985 di dalam Somantri, 2005) adalah :

$MAPE < 5\%$  : sangat tepat

$5\% < MAPE < 10\%$  : tepat

$MAPE > 10\%$  : tidak tepat.

## II.10. Biaya Operasional Kapal

Biaya operasional kapal dibagi menjadi 4 kategori :

### II.10.1. Biaya Modal (*Capital Cost*)

*Capital cost* adalah harga kapal pada saat dibeli atau dibangun. Biaya modal disertakan dalam kalkulasi biaya untuk menutup pembayaran bunga pinjaman dan pengembalian modal tergantung bagaimana pengadaan kapal tersebut. Pengembalian nilai kapital ini direfleksikan sebagai pembayaran tahunan. Biaya modal mencakup antara lain:

- Depresiasi kapal sesuai dengan umur ekonominya
- Besarnya angsuran
- Beserta bunga pinjaman untuk pengadaan kapal.

### II.10.2. II.10.2 Biaya Operasional (*Operational Cost*)

*Operational cost* adalah biaya-biaya tetap yang dikeluarkan untuk aspek-aspek operasional sehari-hari kapal untuk membuat kapal selalu dalam keadaan siap berlayar. Yang termasuk biaya operasional adalah biaya ABK, perawatan dan perbaikan, *stores*, bahan makanan, minyak pelumas, asuransi dan administrasi.

### II.10.3. II.10.3 Biaya Pelayaran (*Voyage Cost*)

Biaya pelayaran (*Voyage cost*) adalah biaya-biaya variabel yang dikeluarkan kapal untuk kebutuhan selama pelayaran. Komponen-komponen biaya pelayaran adalah bahan bakar untuk mesin induk dan mesin bantu, ongkos-ongkos pelabuhan, pemanduan dan tunda.

$$VC = FC + PD + TP$$

Dimana :

VC = *voyage cost*

PD = *port dues* (ongkos pelabuhan)

FC = *fuel cost*

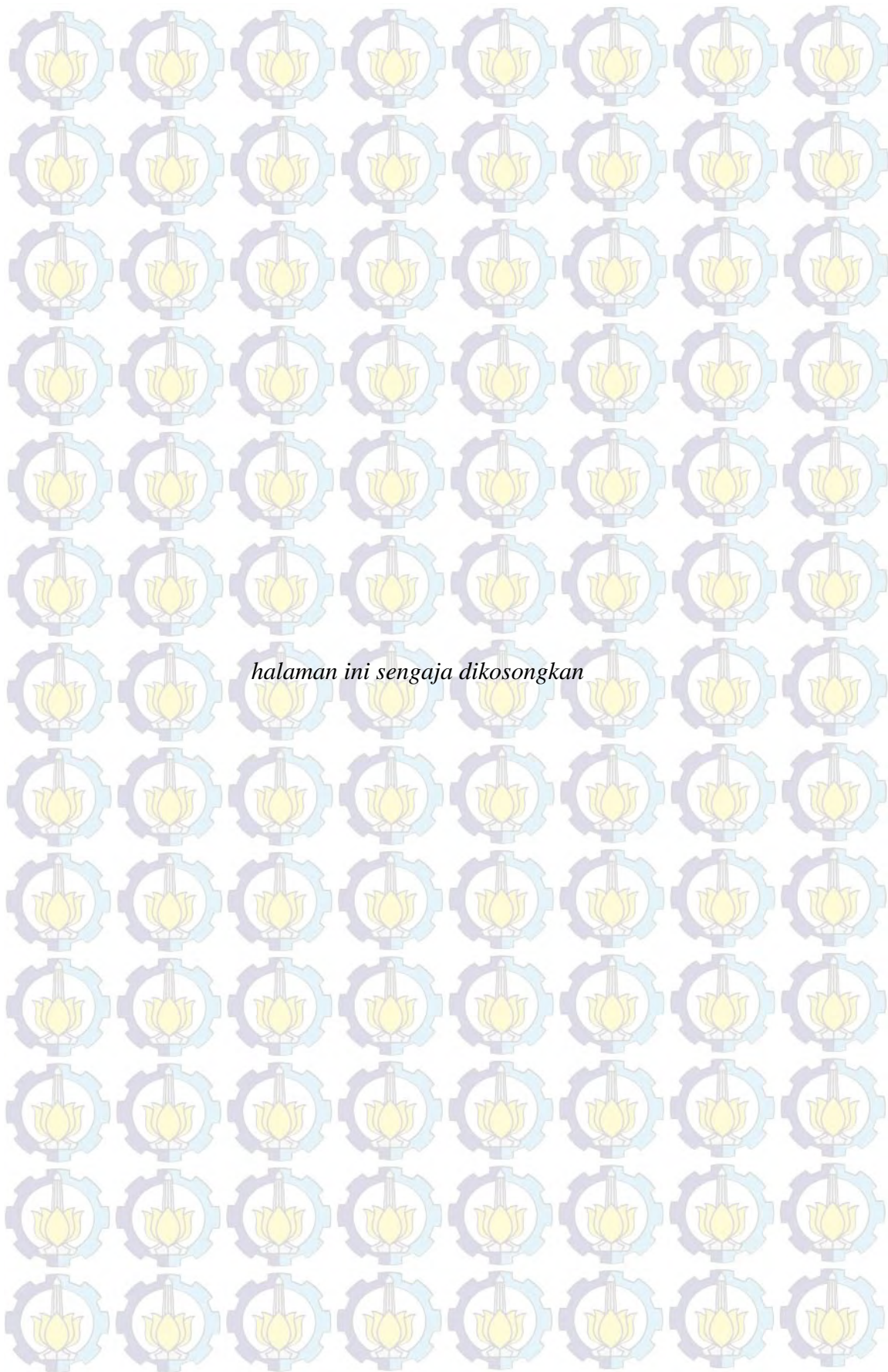


TP = pandu dan tunda

#### II.10.4. Biaya Bongkar Muat (Cargo Handling Cost)

Biaya bongkar muat (*Cargo handling cost*) mempengaruhi juga biaya pelayaran yang harus dikeluarkan oleh perusahaan pelayaran. Kegiatan yang dilakukan dalam bongkar muat terdiri dari *stevedoring*, *cargodoring*, *receiving/delivery*. Kegiatan ini dilakukan oleh perusahaan bongkar muat yang mempekerjakan tenaga kerja bongkar muat.







## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **III.1. Lokasi Penelitian**

Lokasi Penelitian Tugas Akhir ini dilaksanakan di beberapa tempat yaitu: Kantor Administrator Pelabuhan Kalianget; Departemen Perhubungan Sumenep; dan Kantor BAPPEDA Sumenep.

Untuk kegiatan survey langsung ke Masalembu tidak dilakukan oleh Penulis karena terkendala masalah biaya. Untuk mengetahui kondisi Masalembu dilakukan pengumpulan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Sumenep.

#### **III.2. Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan 2 (dua) cara, yaitu:

1. Pengumpulan data langsung (primer)

Pengumpulan data dengan cara wawancara langsung kepada pihak kantor Administrator Pelabuhan Kalianget; pihak Departemen Perhubungan Sumenep; pihak BAPPEDA Sumenep. Data primer yang dipakai dalam Tugas Akhir ini adalah Operasi Kapal dan Jumlah Penduduk Masalembu.

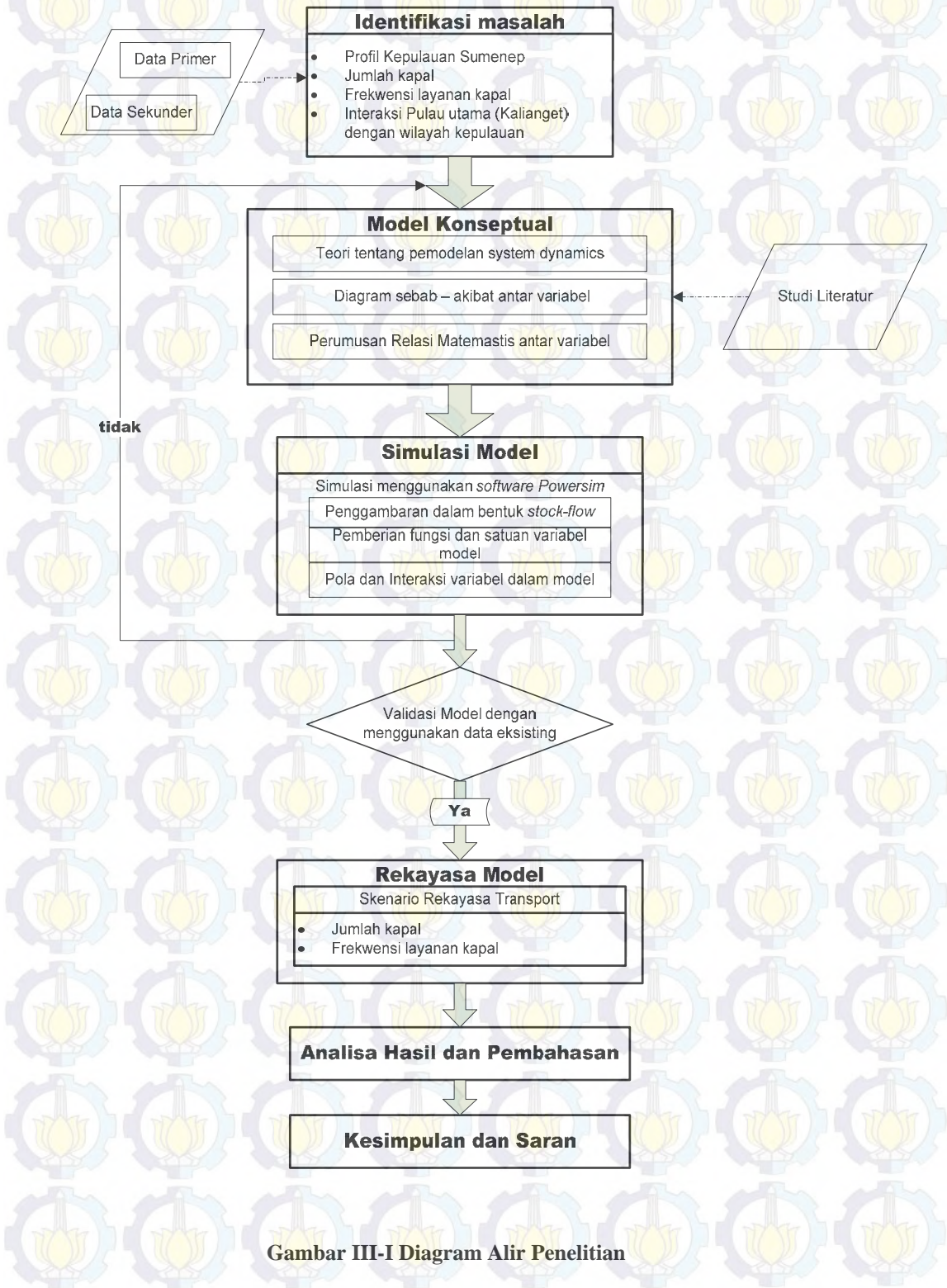
2. Pengumpulan data secara tidak langsung (sekunder).

Pengumpulan data secara tidak langsung dilakukan dengan mengambil informasi dari sumber-sumber penunjang seperti makalah tentang Masalembu atau Sumenep, internet, koran, dan lain-lain.



### III.3. Tahapan Penelitian

Proses pengerjaan Tugas Akhir ini dilakukan berdasarkan tahapan-tahapan yang digambarkan dalam Diagram Alir berikut:



Gambar III-I Diagram Alir Penelitian



### III.3.1. Tahap Identifikasi Permasalahan

Pada tahap ini akan dipelajari permasalahan-permasalahan yang terjadi di Masalembu dalam hubungannya dengan transportasi laut. Identifikasi dilakukan dari analisa data primer dan data sekunder. Dari tahap Identifikasi masalah ini nantinya akan menjadi kerangka penyusunan model pada *system dynamics*.

### III.3.2. Tahap Penyusunan Model Konseptual

Dikembangkan dari Identifikasi masalah yang telah dilakukan, selanjutnya adalah menyusun Model Konseptual permasalahan. Model Konseptual ini berisi tentang diagram sebab-akibat dari setiap komponen permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya. Selanjutnya dilakukan pemberian fungsi matematis dan satuan untuk mengetahui relasi dari setiap komponen yang ada.

### III.3.3. Tahap Simulasi Model

Pada tahap ini akan dilakukan simulasi dari model konseptual yang telah dibangun. Simulasi akan dilakukan dengan bantuan *software Powersim constructor 2.5*. Setiap komponen yang telah dijelaskan dalam Model Konseptual akan digambarkan dengan ikon-ikon yang ada dalam *software* tersebut sesuai dengan fungsi dan hubungan sebab-akibatnya. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kelogisan dari komponen model yang telah dibangun.

### III.3.4. Validasi Model

Validasi dilakukan untuk mengetahui kecenderungan model dari kondisi nyata. Teknik validasi yang dilakukan adalah dengan membandingkan antara selisih hasil model dengan data actual yang hasilnya kurang dari 10%.

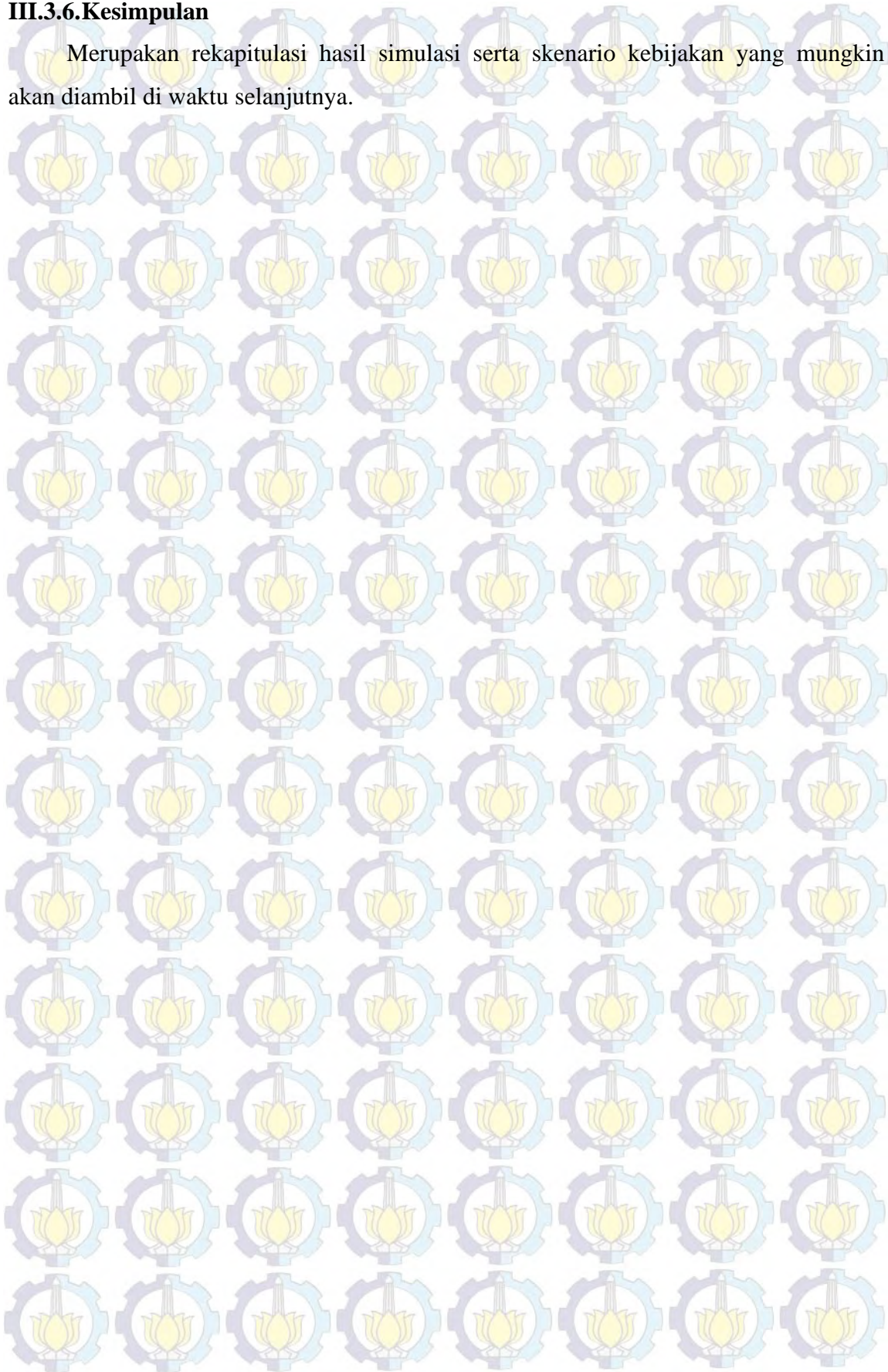
### III.3.5. Rekayasa Model

Setelah diketahui bahwa model yang dibangun telah **valid** maka selanjutnya yang dilakukan adalah membuat rekayasa skenario berdasarkan komponen yang mempunyai pengaruh signifikan. Rekayasa skenario dilakukan untuk mencari dasar rekomendasi kebijakan yang mungkin akan diambil dari hasil simulasi yang telah dilakukan.



### III.3.6. Kesimpulan

Merupakan rekapitulasi hasil simulasi serta skenario kebijakan yang mungkin akan diambil di waktu selanjutnya.





## BAB IV

### TINJAUAN OBYEK TUGAS

#### IV.1. Kabupaten Sumenep

Kabupaten Sumenep terletak di sebelah timur laut wilayah Sumenep. Kepulauan Sumenep terletak pada 113,32' – 116,16' Bujur Timur serta 4,55' – 7,24' Lintang selatan dengan batas:

- a. Selatan : Selat Madura
- b. Utara : Laut Jawa
- c. Barat : Kabupaten Pamekasan
- d. Timur : Laut Jawa dan Laut Flores

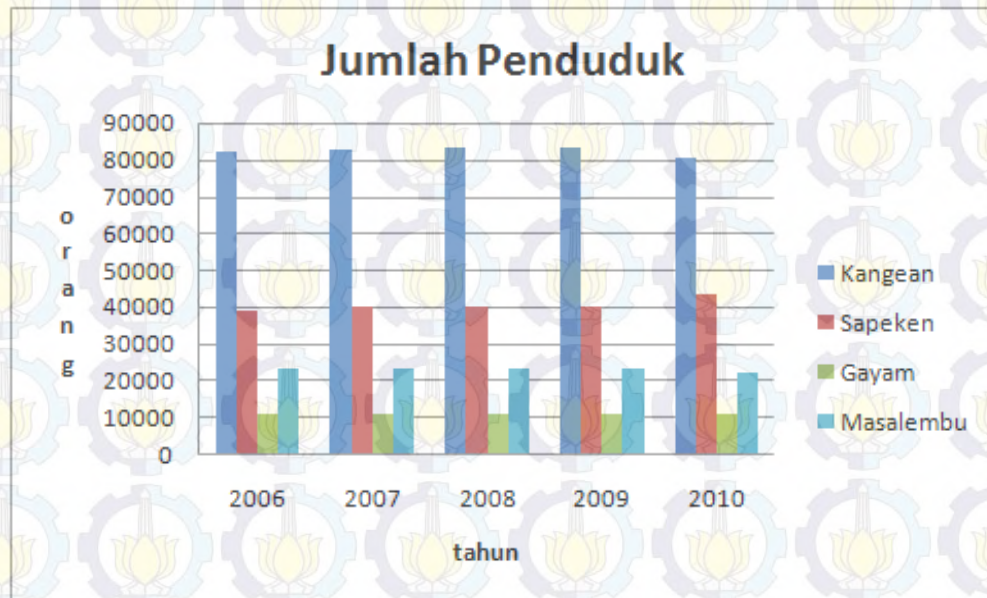
Wilayah kabupaten Sumenep terdiri atas wilayah daratan dan kepulauan. Terdapat 126 pulau dengan 48 pulau berpenghuni dan 78 pulau yang tidak berpenghuni. Pulau paling utara adalah pulau Karamian yang berjarak 151 mil laut dari Pelabuhan Kalianget. Sedangkan pulau paling timur adalah pulau Sakala yang berjarak 165 mil laut dari Pelabuhan Kalianget.



Gambar IV.1 Peta wilayah Kabupaten Sumenep



Kepulauan Sumenep terdiri dari beberapa gugusan pulau yang terdiri dari pulau-pulau kecil di sekitarnya. Pulau-pulau besar terdiri dari Pulau Kangean, Pulau Sapudi, Pulau Sapeken dan Pulau Masalembu. Jarak antar pulau terlihat seperti gambar IV.1.



Gambar IV.2 Jumlah Penduduk masing-masing pulau

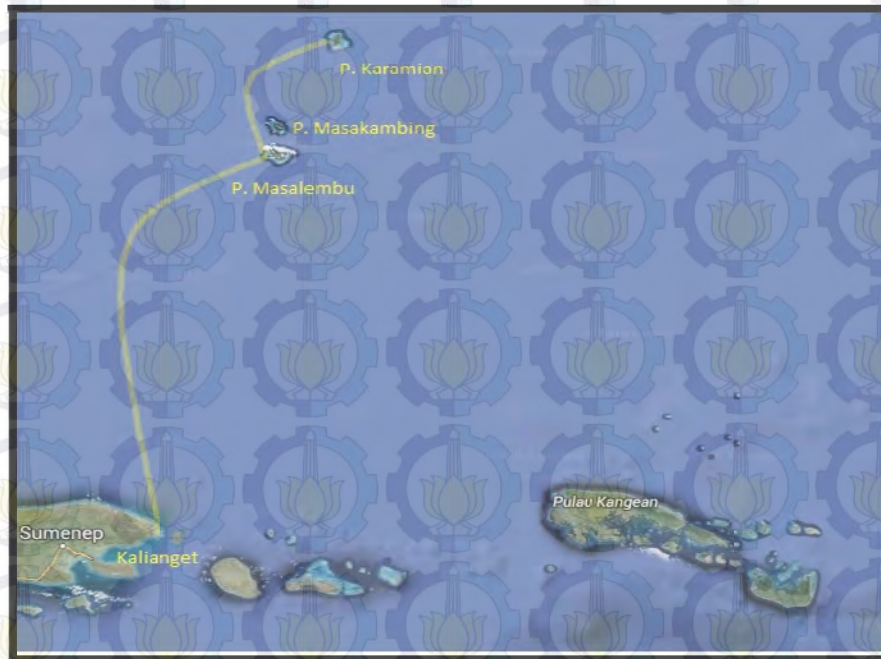
Jumlah penduduk untuk masing-masing pulau pada Gambar IV.2 diketahui bahwa nilainya mengalami penurunan dari tahun 2006 sampai 2010. Sebagian besar warga Kepulauan Sumenep bermatapencaharian sebagai petani ladang dan nelayan. Tanah yang subur dengan hasil utama jagung dan ketela menjadi sumber utama pangan. Sedangkan hasil tangkapan ikan laut sebagian besar dijual ke luar untuk dijadikan penghasilan penduduk. Selain dari bidang pertanian dan perikanan, Kabupaten Sumenep juga mempunyai potensi di bidang pertambangan. Di Kepulauan Kangean terdapat beberapa perusahaan tambang gas.

#### IV.2. Kepulauan Masalembu

Kepulauan Masalembu adalah salah satu wilayah Kecamatan di Kabupaten Sumenep letaknya disebelah utara pulau Madura. Penduduk Pulau Masalembu merupakan campuran berbagai etnis, termasuk Suku Madura dan Suku Bugis. Secara ekologis-geografis, Pulau Masalembu terletak pada posisi lintang : 5 derajat 31 menit 5 derajat35 menitLS. Dengan posisi ini, secara geografis kedudukan Pulau Masalembu mendekati posisi ekuatorial (garis khatulistiwa) dengan ciri-ciri lingkungan yang



spesifik, yaitu mempunyai daya tampung yang sangat tinggi terhadap struktur biodiversitas habitat, seperti terumbu karang, mangrove, telu, pesisir litoral, rumput algae/seaweed dan daerah umbalan (upwelling area) yang menjadi penopang sumberdaya ikan dan non ikan dengan nilai ekonomis yang tinggi.



**Gambar IV.3 Peta Kepulauan Masalembu**

Kecamatan Masalembu mempunyai luas total wilayah 40,85 Km<sup>2</sup> (1,95 % dari luas Kabupaten Sumenep). Jumlah Desa di Kecamatan Masalembu sebanyak 4 desa antara lain Masalima, Suka jeruk, Masakambing, dan Karamian. Kecamatan Masalembu dibatasi oleh laut Jawa pada semua sisinya. Secara administratif Kecamatan Masalembu juga terdiri dari beberapa pulau. Jumlah pulau sebanyak 4 buah dengan komposisi 3 pulau berpenghuni antara lain Masalembu, Masakambing dan Karamian. Sedangkan 1 pulau lainnya tidak berpenghuni yaitu pulau Kambing. Luas pulau yang tidak berpenghuni 0,034 Km<sup>2</sup> (0,09% dari luas kecamatan Masalembu).

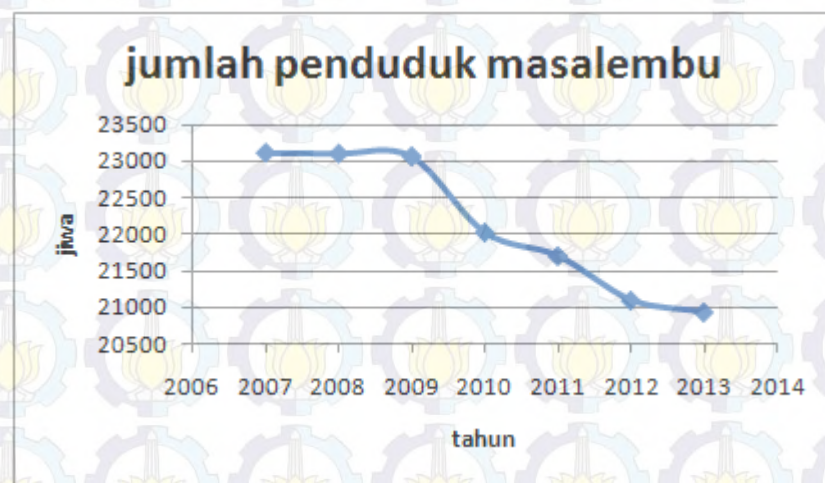
Jumlah penduduk kecamatan Masalembu secara keseluruhan berjumlah 23.123 jiwa (Bappeda Kab. Sumenep, 2007). Jumlah penduduk Pulau Masalembu 15.000 orang tahun 2003, Pulau Masakambing sekitar 5000 orang tahun 2005 dan Pulau Karamian sebesar 3000 orang tahun 2000. Komposisi penduduk Kecamatan Masalembu terdiri dari laki-laki sebanyak 11.071 jiwa (48,99 %) dan perempuan 11.528 jiwa (51,01 %).



Rasio jenis kelamin sebesar 96,04 % dengan kepadatan penduduk sebanyak 553,22 jiwa/Km<sup>2</sup>.

Dalam profil pesisir dan pulau-pulau kecil yang diterbitkan Departemen Kelautan dan Perikanan disebutkan, secara administratif Pulau Masalembu termasuk dalam wilayah pemerintahan Kecamatan Masalembu, Kabupaten Sumenep, Provinsi Jawa Timur. Posisi Pulau Masalembu berada di bagian utara wilayah Kabupaten Sumenep dikelilingi oleh perairan (laut bebas), berjarak sekitar 112 mil dari Pelabuhan Kalianget (Sumenep Daratan). Kondisi ini menyebabkan Pulau Masalembu langsung berbatasan dengan perairan bebas (laut lepas).

Sebagian besar penduduk Kepulauan Masalembu bermata pencaharian sebagai petani dan nelayan. Hasil pertanian yang paling besar berproduksi adalah jenis palawija seperti jagung. Dengan luas lahan garapan 15 km<sup>2</sup> menghasilkan 1500 ton., (Bappeda Sumenep: 2007). Sedangkan untuk produksi tangkapan ikan rata-rata menghasilkan 4000 ton setiap tahun, (Bappeda Sumenep: 2007).



Gambar IV.4 Jumlah penduduk Masalembu (Bappeda Kab. Sumenep)

Dari Grafik di atas diketahui berdasarkan data Badan Pusat Statistik dari tahun 2007 sampai tahun 2010 jumlah penduduk mengalami penurunan. Dari tahun 2007 sampai 2010 penurunan jumlah penduduk rata-rata 1,63 %

### IV.3. Kapal Sabuk Nusantara 27

Untuk melayani transportasi dan pemenuhan kebutuhan masyarakat kepulauan Sumenep maka Pemerintah mengoperasikan Kapal Perintis. Kapal perintis merupakan



kapal yang dioperasikan dengan bantuan subsidi dari Pemerintah. Dengan hal ini diharapkan kesenjangan antara masyarakat kepulauan dengan masyarakat yang hidup di daratan atau pulau yang lebih makmur bisa ditekan.

Kapal Sabuk Nusantara 27 merupakan kapal perintis yang dioperasikan oleh PT. Sumekar, yaitu Badan Usaha milik Pemerintah Kabupaten Sumenep. Kapal Sabuk Nusantara 27 dioperasikan untuk melayani rute Kalianget – Kepulauan Sumenep.

Kapal Sabuk Nusantara 27 mempunyai ukuran panjang (L) = 51,8 meter, lebar (B) = 10,4 meter, sarat (T) = 2,8 meter dan kecepatan dinas (v) = 12 knot. Kapasitas Kapal Sabuk Nusantara 27 adalah 200 ton barang dan 254 orang penumpang.



**Gambar IV.5 Kapal Perintis Sabuk Nusantara 27**

Beberapa masalah yang timbul dari operasi kapal yang melayani rute Kalianget – Masalembu ini adalah keterbatasan kapal dan cuaca. Keterbatasan kapal disini maksudnya adalah ketika Kapal Perintis Sabuk Nusantara 27 menjalankan *docking* atau perawatan rutin maka kapal pengganti sulit didapatkan. Selain itu, dilihat dari segi ukuran kapal di atas, operasional Kapal Perintis Sabuk Nusantara 27 ini kurang cocok dengan kondisi perariran Kepulauan Sumenep yang dikenal dengan gelombang tinggi. Hal seperti ini lah yang sering kali menghambat ekonomi, terjadinya kelangkaan dan tingginya harga barang di kepulauan dibandingkan dengan di daratan.

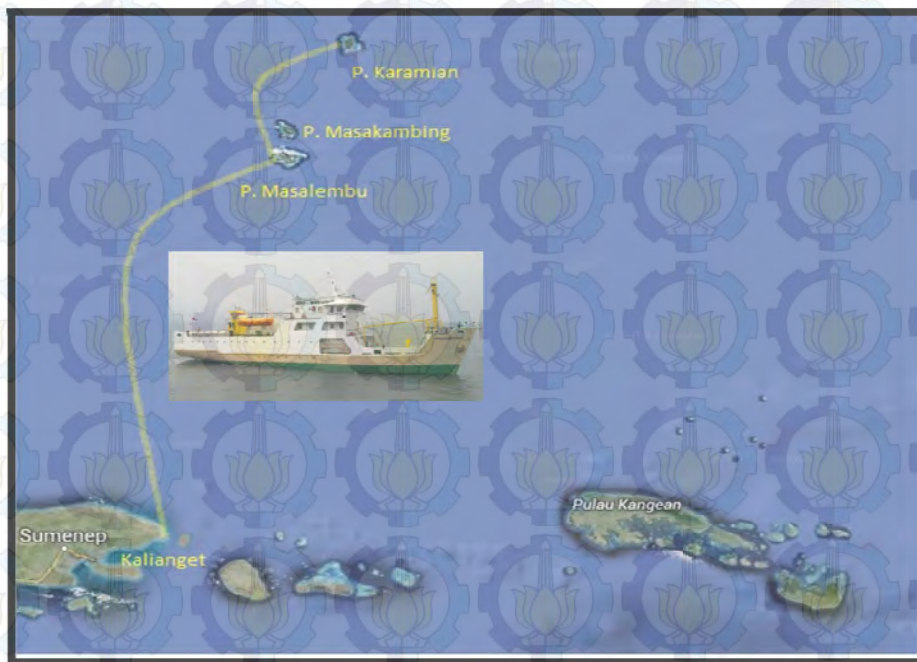
#### **IV.4. Layanan Transportasi**

Sarana Transportasi Laut utama yang menunjang pemenuhan kebutuhan penduduk dan mobilisasi adalah layanan dari Kapal perintis Sabuk Nusantara 27.



Operasional Kapal berjenis penumpang-barang ini oleh BUMD milik Pemerintah Kabupaten Sumenep yaitu Sumekar Line.

Selain Kapal Perintis Sabuk Nusantara 27, untuk menunjang pemenuhan barang dan mobilisasi, penduduk juga menggunakan kapal kecil atau perahu. Layanan transportasi ini dimiliki oleh penduduk selain untuk melakukan interaksi juga digunakan untuk mencari ikan. Hal ini karena sebagian besar penduduk Kepulauan Masalembu yang berprofesi sebagai nelayan.



**Gambar IV.6 Layanan Kapal Perintis Sabuk Nusantara 27**

Gambar IV.6 menunjukkan rute layanan Kapal Perintis Sabuk Nusantara 27 yang berangkat dari Pelabuhan Kalianget ke Kepulauan Masalembu. Sedangkan untuk layanan transportasi antar pulau masyarakat menggunakan kapal kecil.



## BAB V

### ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

#### V.1. Identifikasi sistem

Identifikasi masalah pada model ini didasarkan pada tinjauan kondisi di Kepulauan Masalembu bahwa pemenuhan kebutuhan penduduk dipengaruhi oleh jumlah kapasitas transportasi. Sedangkan, kapasitas transportasi dipengaruhi oleh jumlah, kapasitas dan frekwensi layanan kapal.

Kapasitas transportasi juga mempengaruhi kondisi ekonomi penduduk. Dalam model ini akan diwakilkan dengan indikator pendapatan penduduk. Dimodelkan bahwa semakin besar kapasitas transportasi akan meningkatkan pendapatan penduduk.

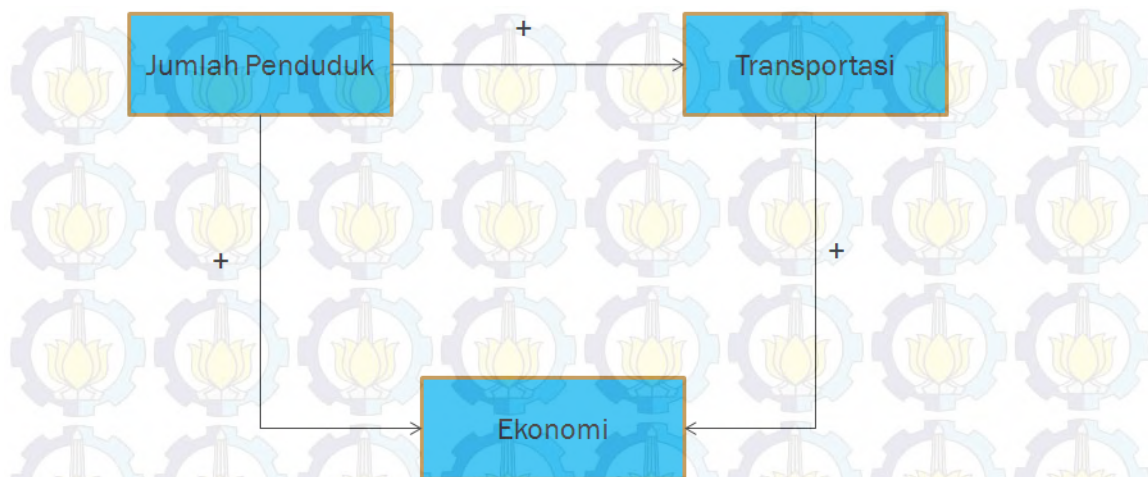
Nilai pendapatan penduduk ini nantinya akan mempengaruhi kecenderungan orang untuk melakukan migrasi. Sehingga secara tidak langsung, kapasitas transportasi juga mempengaruhi jumlah penduduk.

#### V.2. Model Konseptual

Langkah awal dalam melakukan simulasi menggunakan metode *system dynamics* adalah menyusun model konseptual. Model konseptual ini akan menjelaskan bagaimana pola pikir yang akan dipakai dalam menyusun model simulasi.

Hal yang penting dan merupakan dasar dalam penyusunan model simulasi adalah diagram sebab-akibat. Diagram sebab-akibat menjelaskan hubungan antara setiap variabel apakah bersifat positif (berbanding lurus) atau negatif (berbanding terbalik). Adapun sub model yang dihubungkan dalam Tugas Akhir ini adalah sub model Penduduk (populasi), sub model Transportasi dan sub model Ekonomi.

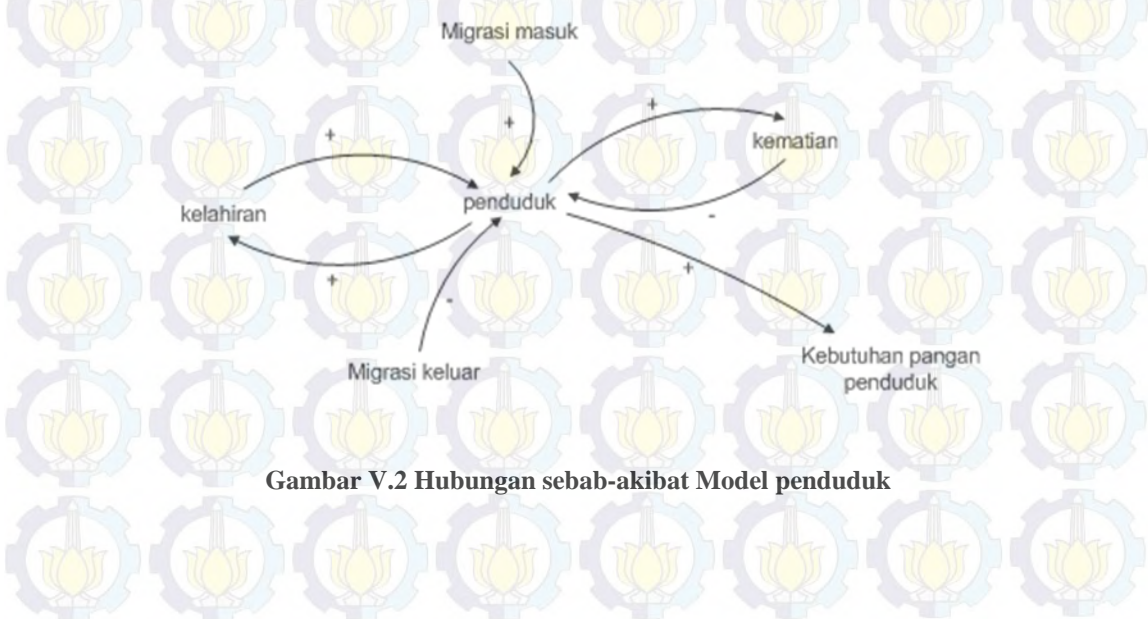




**Gambar V.1 Konsep Hubungan antar sub model**

Gambar V.1 menjelaskan tentang hubungan antar sub model Jumlah Penduduk, sub model Transportasi dan sub model Ekonomi. Tanda positif menunjukkan hubungan yang searah. Dimaksudkan bahwa apabila Jumlah penduduk mengalami kenaikan maka transportasi seharusnya juga ikut naik, karena kebutuhan akan layanan transportasi juga akan naik.

Selanjutnya, ketika transportasi naik maka ekonomi juga akan naik karena besarnya barang yang diangkut juga semakin besar. Kemudian hubungan antara Jumlah penduduk dengan ekonomi adalah, ketika Jumlah Penduduk naik maka ekonomi diperkirakan juga akan naik karena jumlah interaksi untuk bertukar kebutuhan semakin tinggi



**Gambar V.2 Hubungan sebab-akibat Model penduduk**



Pada gambar V.2 dijelaskan bahwa Jumlah Penduduk dipengaruhi oleh kelahiran, kematian, migrasi masuk dan migrasi keluar. Sedangkan Jumlah Penduduk akan mempengaruhi tingkat kebutuhan penduduk.



Gambar V.3 Diagram sebab-akibat penelitian

Pada diagram di atas digambarkan bahwa Jumlah penduduk pada tahun ke-x akan berpengaruh pada permintaan Transortasi (*demand*). Hal ini dikarenakan karena adanya interaksi sehingga kecenderungan untuk melakukan mobilitas menjadi tinggi. Selanjutnya Jumlah Penduduk akan mempengaruhi kondisi Ekonomi di suatu wilayah. Kondisi ini disebabkan karena dengan jumlah penduduk yang tinggi maka dimungkinkan interaksi ekonomi akan ikut tinggi dikarenakan semakin tinggi juga kebutuhan barang masing-masing individu. Dari kegiatan ekonomi yang sudah tinggi nantinya dimodelkan bahwa kebutuhan atau layanan trnasportasi juga semakin meningkat. Hal ini disebabkan ekonomi erat kaitannya dengan kegiatan pengangkutan atau ketersediaan sarana transportasi.

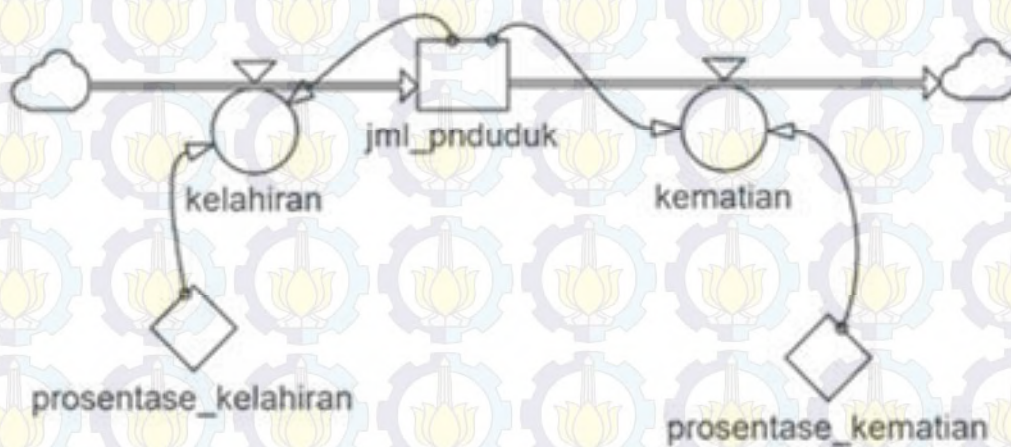
### V.3. Simulasi model

Pada tahap simulasi ini akan dilakukan penggambaran model di lembar kerja perangkat lunak **Powersim constructor 2.5**. Penggambaran hasil model konseptual yang telah dijelaskan sebelumnya akan diwakilkan dengan setiap ikon yang ada pada lembar kerja sesuai dengan fungsi dan satuannya. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kelogisan model serta hubungan yang terjadi diantara setiap variabel.








### V.3.1. Model 1

Model 1 merupakan model awal yang dibangun pada penelitian ini. Model 1 merupakan model populasi (jumlah) penduduk. Data yang dipakai sebagai acuan dalam model ini adalah data dari BPS Kabupaten Sumenep tahun 2007-2013. Model 1 ini dibangun mulai dari model Jumlah Penduduk yang dipengaruhi faktor alami yaitu kelahiran dan kematian. Fungsi kelahiran dan kematian nantinya akan digambarkan sebagai “flow” yang berubah mengikuti fungsi waktu (tahun). Sedangkan Jumlah Penduduk digambarkan sebagai “Level”.



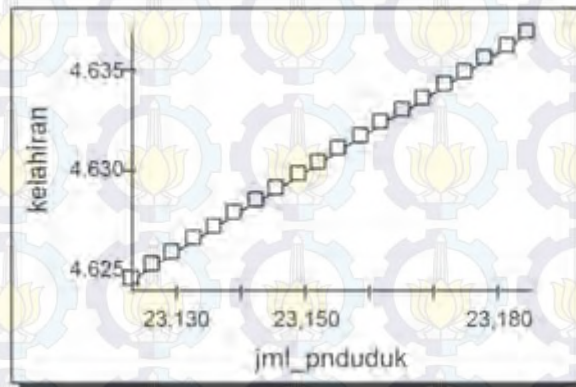
Gambar V.4 Model jumlah penduduk

Fungsi yang adalah sebagai berikut:

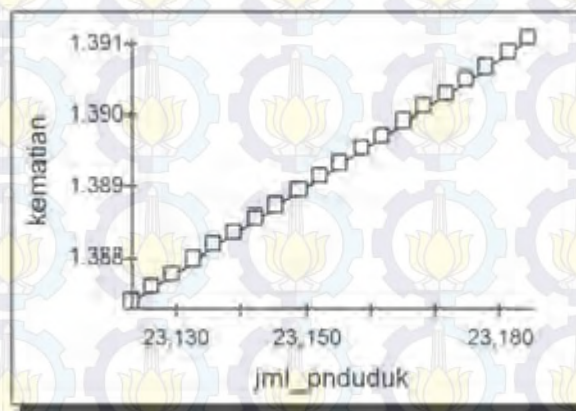
-  jml\_pnduduk
-  23123
-  -dt\*kematian  
+dt\*kelahiran
-  kelahiran  
= prosentase\_kelahiran\*jml\_pnduduk
-  kematian  
= prosentase\_kematian\*jml\_pnduduk

Hubungan antara kelahiran dan kematian dengan jumlah penduduk pada Model 1 ini digambarkan secara linear. Dimaksudkan bahwa nilai kelahiran dan kematian mengikuti jumlah penduduk pada rentang simulasi ke-n (tahun). Jadi dalam formulasi model hubungan antara kelahiran dan kematian dengan jumlah penduduk pada Model 1 ini bersifat linear searah. Sedangkan nilai kelahiran dan kematian ditentukan dari prosentase yang merupakan nilai tetap (konstanta).





**Gambar V.5 Hubungan jumlah penduduk dengan kelahiran**



**Gambar V.6 Hubungan jumlah penduduk dengan kematian**

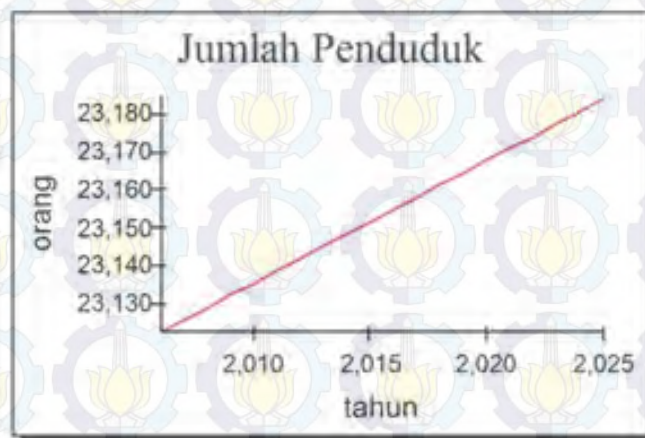
Fungsi kelahiran merupakan nilai dari prosentase rata-rata kelahiran tiap tahun dibanding dengan jumlah penduduk. Sedangkan fungsi kematian juga merupakan prosentase rata-rata dari jumlah penduduk. Menurut data yang diambil dari Laporan World Bank tahun 2010 tentang angka kelahiran (CBR) nilai kelahiran penduduk rata-rata Indonesia adalah 20 orang dari 1000 penduduk atau berkisar 0.02 %/tahun. Sedangkan untuk angka kematian (CDR) rata-rata penduduk Indonesia adalah 6 orang dari 1000 penduduk atau berkisar 0.006%.

Dari hasil simulasi diperoleh nilai Jumlah Penduduk yang naik secara linier untuk 20 tahun masa simulasi. Hal ini disebabkan karena prosentase kelahiran lebih besar dari prosentase kematian.



Tabel V.1 Jumlah Penduduk hasil simulasi Model 1

Time	jml_pnduduk
2,007	23,123.00
2,008	23,126.24
2,009	23,129.47
2,010	23,132.71
2,011	23,135.95
2,012	23,139.19
2,013	23,142.43
2,014	23,145.67
2,015	23,148.91



Gambar V.7 perbandingan grafik hasil simulasi model 1 dengan data

Seperti yang terlihat di atas, karena perilaku hasil simulasi dengan data berbeda maka selanjutnya dilakukan pengembangan model untuk mengetahui variabel apa yang mempengaruhi data Jumlah Penduduk.

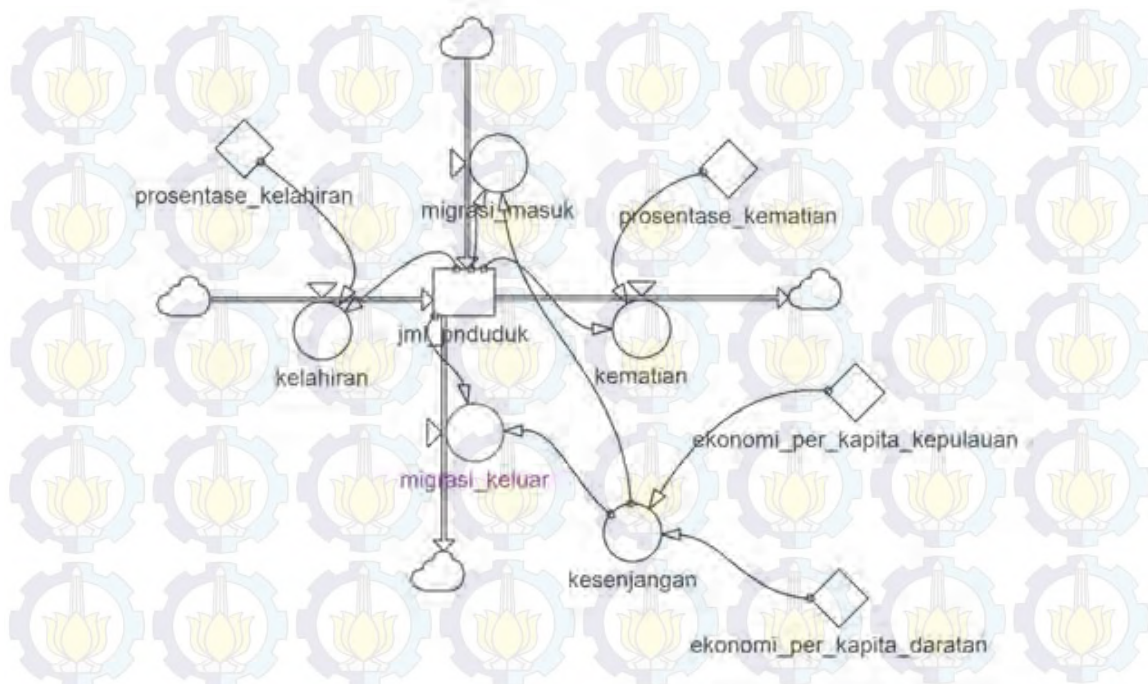


### V.3.2. Model 2

Pengembangan pada Model 2 ini dilakukan untuk mengetahui variabel atau fungsi apa yang mempengaruhi data Jumlah Penduduk sehingga mengalami penurunan. Dalam hal ini yang ditambahkan adalah fungsi migrasi masuk dan migrasi keluar. Adanya peluang memperoleh pendapatan yang lebih banyak di daerah baru adalah salah satu sebab dorongan seseorang untuk melakukan migrasi/urbanisasi (Todaro:1969). Sedangkan adanya kesenjangan (*push factor* dan *pull factor*) antara daerah asal dan daerah tujuan juga mendorong seseorang untuk melakukan migrasi/urbanisasi (Lee:1966)

Teori di atas yang akan dipakai untuk menentukan fungsi migrasi masuk dan migrasi keluar. Data yang dipakai untuk menentukan nilai ekonomi per kapita adalah hasil survei rata-rata pendapatan tahun 2008. Untuk ekonomi per kapita kepulauan data yang diambil adalah pendapatan golongan rumah tangga pengusaha pertanian. Hal ini dikarenakan kondisi masyarakat Masalembu yang sebagian besar bermata pencaharian sebagai petani, baik sawah maupun perikanan. Dari data tersebut diperoleh nilai rata-rata pendapatan sebesar Rp. 11.000.000,- per orang/tahun. Sedangkan untuk ekonomi per kapita daratan, data yang diambil adalah golongan rumah tangga bukan pertanian golongan rendah di desa. Hal ini dikarenakan untuk membandingkan secara seimbang dengan kehidupan perekonomian masyarakat kepulauan. Golongan rumah tangga bukan pertanian golongan rendah di desa dirasa merupakan kelompok ekonomi masyarakat yang sesuai dengan kehidupan masyarakat kepulauan.





Gambar V.8 model 2

Dalam model 2 ini fungsi yang digunakan sebagai berikut:

- jml\_pnduduk  
 INT 23123  
 $+dt \cdot \text{migrasi\_masuk}$   
 $-dt \cdot \text{migrasi\_keluar}$   
 $-dt \cdot \text{kematian}$   
 $+dt \cdot \text{kelahiran}$
- kelahiran  
 $= \text{prosentase\_kelahiran} \cdot \text{jml\_pnduduk}$
- kematian  
 $= \text{prosentase\_kematian} \cdot \text{jml\_pnduduk}$
- migrasi\_keluar  
 $= \text{IF}(\text{kesenjangan} > 0, 0, 0.004 \cdot \text{jml\_pnduduk})$
- migrasi\_masuk  
 $= \text{IF}(\text{kesenjangan} > 0, 0.004 \cdot \text{jml\_pnduduk}, 0)$
- kesenjangan  
 $= \text{ekonomi\_per\_kapita\_kepulauan} - \text{ekonomi\_per\_kapita\_}$
- ◇ ekonomi\_per\_kapita\_daratan  
 $= 13000000$
- ◇ ekonomi\_per\_kapita\_kepulauan  
 $= 11000000$
- ◇ prosentase\_kelahiran  
 $= 0.02\%$
- ◇ prosentase\_kematian  
 $= 0.006\%$

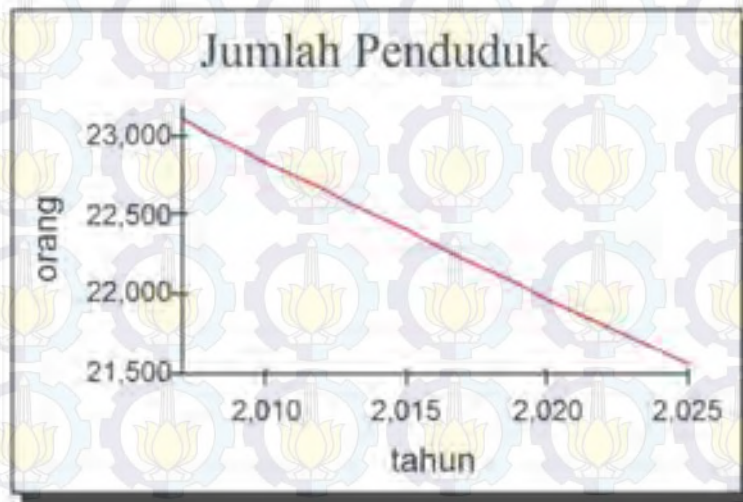


Dari simulasi nanti yang akan dibangun, dimodelkan bahwa apabila terjadi kesenjangan ekonomi antara kepulauan dengan daratan maka akan memicu orang untuk melakukan migrasi. Kesenjangan merupakan fungsi dari selisih antara ekonomi per kapita kepulauan dengan ekonomi per kapita daratan. Dalam model 2 ini digambarkan bahwa nilai untuk ekonomi per kapita kepulauan maupun ekonomi per kapita daratan merupakan nilai tetap (bentuk konstanta). Karena nilai yang dimasukkan dari awal sudah terjadi selisih maka dari model 2 ini dimodelkan terjadi migrasi keluar karena adanya selisih ekonomi. Fungsi migrasi keluar atau migrasi masuk sendiri merupakan ratio dari model jumlah penduduk. Dari model nilai migrasi keluar dan migrasi masuk sendiri diambil sebesar 0.004 dari jumlah penduduk. Nilai ini didapatkan dari survei yang dilakukan oleh lembaga *CIA World Factbook* tahun 2010 dimana diketahui bahwa rata-rata kecenderungan orang melakukan migrasi sebanyak 4 orang per 1000 orang. Karena fungsi migrasi mengikuti fungsi jumlah penduduk, maka grafik yang terbentuk dari hasil simulasi terlihat bahwa grafik migrasi mengikuti pola grafik jumlah penduduk. Hasil grafik pada model 2 ini mengalami penurunan secara linear selama waktu simulasi dikarenakan nilai kesenjangan yang terus terjadi sehingga migrasi keluar terus terjadi sehingga akan mengurangi jumlah penduduk.

Tabel V.2 Jumlah Penduduk hasil simulasi Model 2

Time	jml_pnduduk
2,007	23,123.00
2,008	23,033.75
2,009	22,944.83
2,010	22,856.27
2,011	22,768.04
2,012	22,680.16
2,013	22,592.61
2,014	22,505.41
2,015	22,418.59





Gambar V.9 Grafik hasil simulasi model 2

Grafik hasil simulasi Model 2 menunjukkan kecenderungan yang sama dengan grafik dari hasil data. Dengan demikian model yang dibangun pada Model 2 ini dapat diverifikasi dengan kondisi nyata pada data Jumlah penduduk.

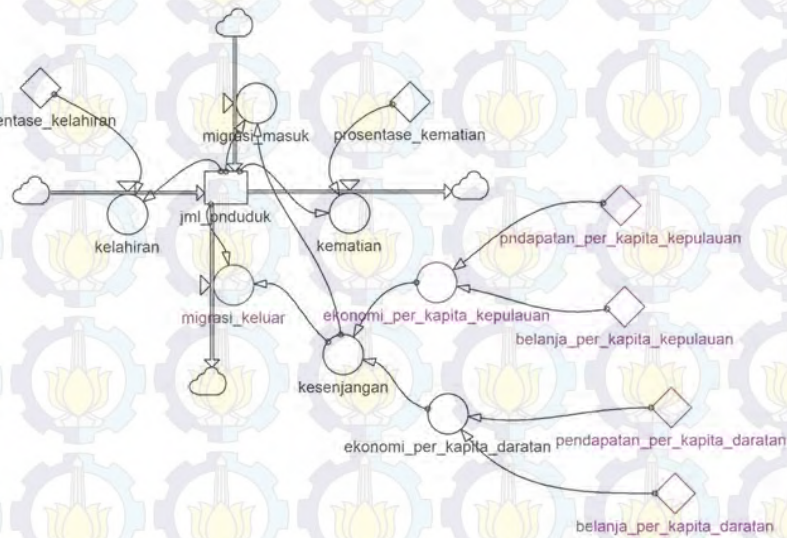
### V.3.3. Model 3

Pengembangan yang dilakukan pada model 3 ini yaitu menentukan fungsi pendapatan dan belanja penduduk. Untuk membandingkan antara kondisi di daratan dan di kepulauan maka yang dijadikan acuan adalah nilai pendapatan dan belanja penduduk.

Nilai pendapatan per kapita diambil dari nilai pendapatan per kapita yang ada di model 2. Sedangkan nilai belanja didapatkan dari survei rata-rata pengeluaran rumah tangga untuk semua kebutuhan per kapita yang dilakukan oleh BPS pada tahun 2013.



Adapun nilai belanja untuk masyarakat kepulauan diasumsikan sama yaitu sebesar Rp. 6.000.000,- per tahun.



Gambar V.10 Model 3

Fungsi yang bekerja pada Model 3 adalah:

□ jml\_pnduduk

INT 1000

+dt\*migrasi\_masuk

-dt\*migrasi\_keluar

-dt\*kematian

+dt\*kelahiran

○ kelahiran

= prosentase\_kelahiran\*jml\_pnduduk

○ kematian

= prosentase\_kematian\*jml\_pnduduk

○ migrasi\_keluar

= IF(kesenjangan>0,0,0.004\*jml\_pnduduk)

○ migrasi\_masuk

= IF(kesenjangan>0,0.004\*jml\_pnduduk,0)

○ ekonomi\_per\_kapita\_daratan

= pendapatan\_per\_kapita\_daratan-belanja\_per\_kapita\_daratan

○ ekonomi\_per\_kapita\_kepulauan

= pndapatan\_per\_kapita\_kepulauan-belanja\_per\_kapita\_kepulauan

○ kesenjangan

= ekonomi\_per\_kapita\_kepulauan-ekonomi\_per\_kapita\_daratan

◇ belanja\_per\_kapita\_daratan

= 6000000

◇ belanja\_per\_kapita\_kepulauan

= 6000000

◇ pendapatan\_per\_kapita\_daratan

= 13000000

◇ pndapatan\_per\_kapita\_kepulauan

= 11000000

◇ prosentase\_kelahiran

= 0.02%

◇ prosentase\_kematian

= 0.006%



**Tabel V.3 Jumlah Penduduk hasil simulasi Model 3**

Time	jml_pnduduk
2,007	23,123.00
2,008	23,033.75
2,009	22,944.83
2,010	22,856.27
2,011	22,768.04
2,012	22,680.16
2,013	22,592.61
2,014	22,505.41
2,015	22,418.52



**Gambar V.11 grafik hasil simulasi model 3**

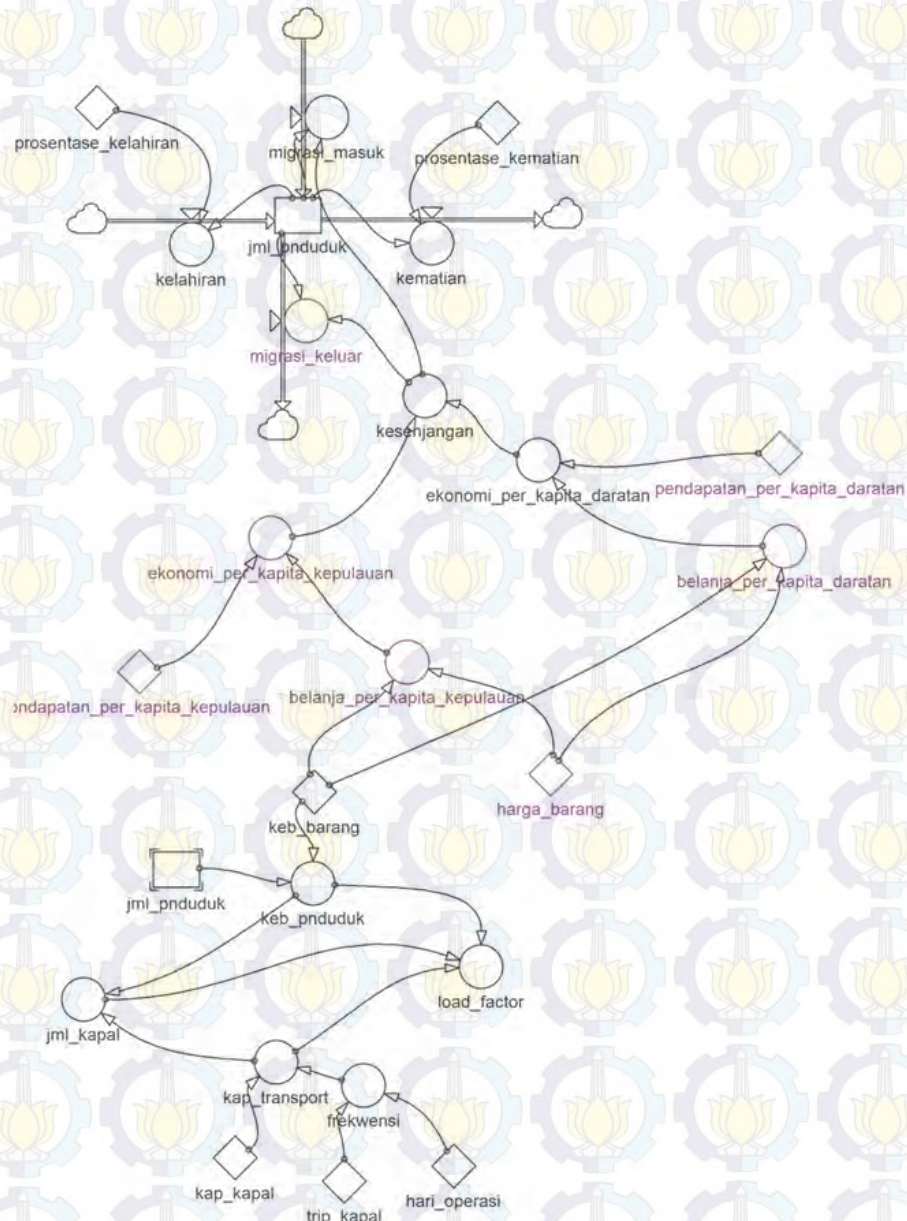
Hasil simulasi pada Model 3 menunjukkan nilai yang sama dengan Model 2 untuk simulasi pada nilai Jumlah Penduduk. Hal ini dikarenakan nilai kesenjangan yang menjadi penyebab turunnya jumlah penduduk sama.

#### **V.3.4. Model 4**

Pada pengembangan Model 4 ini dilakukan untuk melihat hubungan antara transportasi dengan pemenuhan kebutuhan penduduk. Dalam simulasi dimodelkan bahwa jumlah kapal yang melayani harus mampu memenuhi kebutuhan penduduk. Nilai kebutuhan penduduk antara Sumenep kepulauan dengan Sumenep daratan diasumsikan sama. Sehingga jumlah kapal difungsikan dari jumlah kebutuhan. Jumlah kebutuhan sendiri didapatkan dari nilai rata-rata kebutuhan penduduk dikalikan dengan jumlah



penduduk. Dalam model digambarkan bahwa jumlah kapal akan otomatis berubah sesuai dengan kebutuhan yang harus dilayani. Kapasitas transport sendiri merupakan maksimum kapasitas kapal Sabuk Nusantara 27 yang melayani rute Kalianget-Masalembu saat ini, yaitu: kapasitas barang 200 ton, layanan 10 hari sekali dan jumlah kapal 1 unit. Operasi kapal yang dimasukkan dalam simulasi Model 4 ini adalah waktu layanan kapal selama 1 tahun.



Gambar V.12 model 4

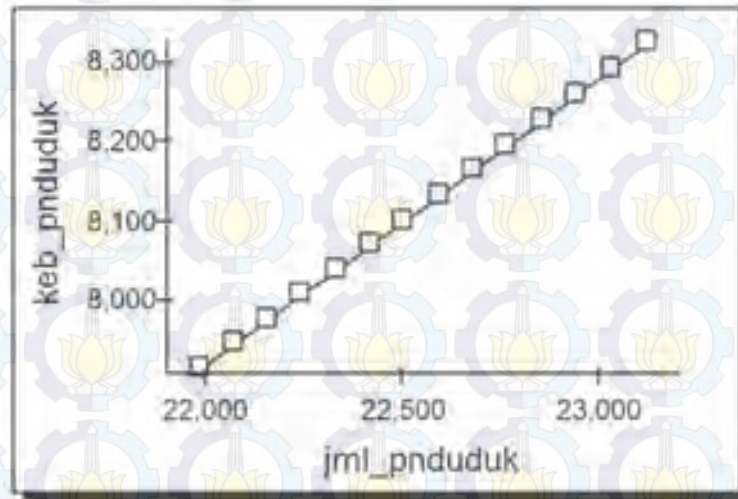


Fungsi yang membentuk Model 4 adalah:

- jml\_pnduduk
  - INT 23123
  - +dt\*migrasi\_masuk
  - dt\*migrasi\_keluar
  - dt\*kematian
  - +dt\*kelahiran
- kelahiran
  - = prosentase\_kelahiran\*jml\_pnduduk
- kematian
  - = prosentase\_kematian\*jml\_pnduduk
- migrasi\_keluar
  - = IF(kesenjangan>0,0,0.004\*jml\_pnduduk)
- migrasi\_masuk
  - = IF(kesenjangan>0,0.004\*jml\_pnduduk,0)
- belanja\_per\_kapita\_daratan
  - = keb\_barang\*harga\_barang
- belanja\_per\_kapita\_kepulauan
  - = keb\_barang\*harga\_barang
- ekonomi\_per\_kapita\_daratan
  - = pendapatan\_per\_kapita\_daratan-belanja\_per\_kapita\_daratan
- ekonomi\_per\_kapita\_kepulauan
  - = pendapatan\_per\_kapita\_kepulauan-belanja\_per\_kapita\_kepulauan
- frekwensi
  - = hari\_operasi/trip\_kapal
- jml\_kapal
  - = IF(keb\_pnduduk>kap\_transport,CEIL(keb\_pnduduk/kap\_transport),0)
- kap\_transport
  - = kap\_kapal\*frekwensi
- keb\_pnduduk
  - = keb\_barang\*jml\_pnduduk
- kesenjangan
  - = ekonomi\_per\_kapita\_kepulauan-ekonomi\_per\_kapita\_daratan
- load\_factor
  - = keb\_pnduduk/(kap\_transport\*jml\_kapal)
- ◇ harga\_barang
  - = 7000000
- ◇ hari\_operasi
  - = 330
- ◇ kap\_kapal
  - = 200
- ◇ keb\_barang
  - = 0.36
- ◇ pendapatan\_per\_kapita\_daratan
  - = 13000000
- ◇ pendapatan\_per\_kapita\_kepulauan
  - = 11000000
- ◇ prosentase\_kelahiran
  - = 0.02%
- ◇ prosentase\_kematian
  - = 0.006%
- ◇ trip\_kapal
  - = 10



Pada Model 4 ini digambarkan bahwa nilai kebutuhan penduduk akan mengikuti jumlah penduduk dalam rentang waktu simulasi ke-n (tahun). Karena nilai kebutuhan penduduk per orang per tahun merupakan nilai tetap (konstanta) sehingga besaran kebutuhan penduduk yang digambarkan dalam model tergantung dari jumlah penduduk.

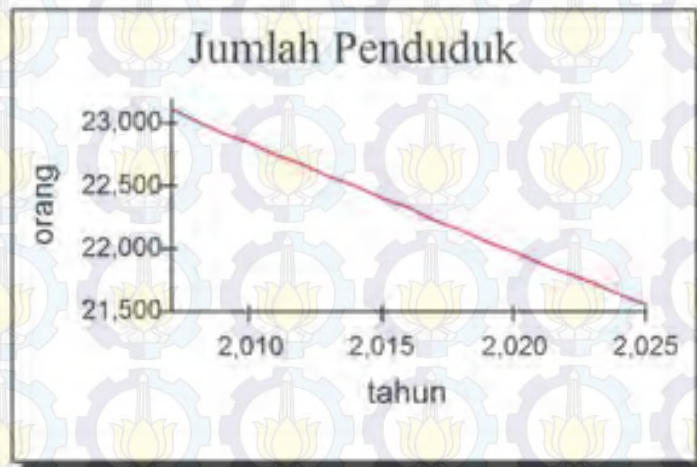


Gambar V.13 Hubungan antara Jumlah penduduk dengan Kebutuhan

Tabel V.4 Jumlah penduduk hasil simulasi Model 4

Time	jml_pnduduk
2,007	23,123.00
2,008	23,033.75
2,009	22,944.83
2,010	22,856.27
2,011	22,768.04
2,012	22,680.16
2,013	22,592.61
2,014	22,505.41
2,015	22,418.53





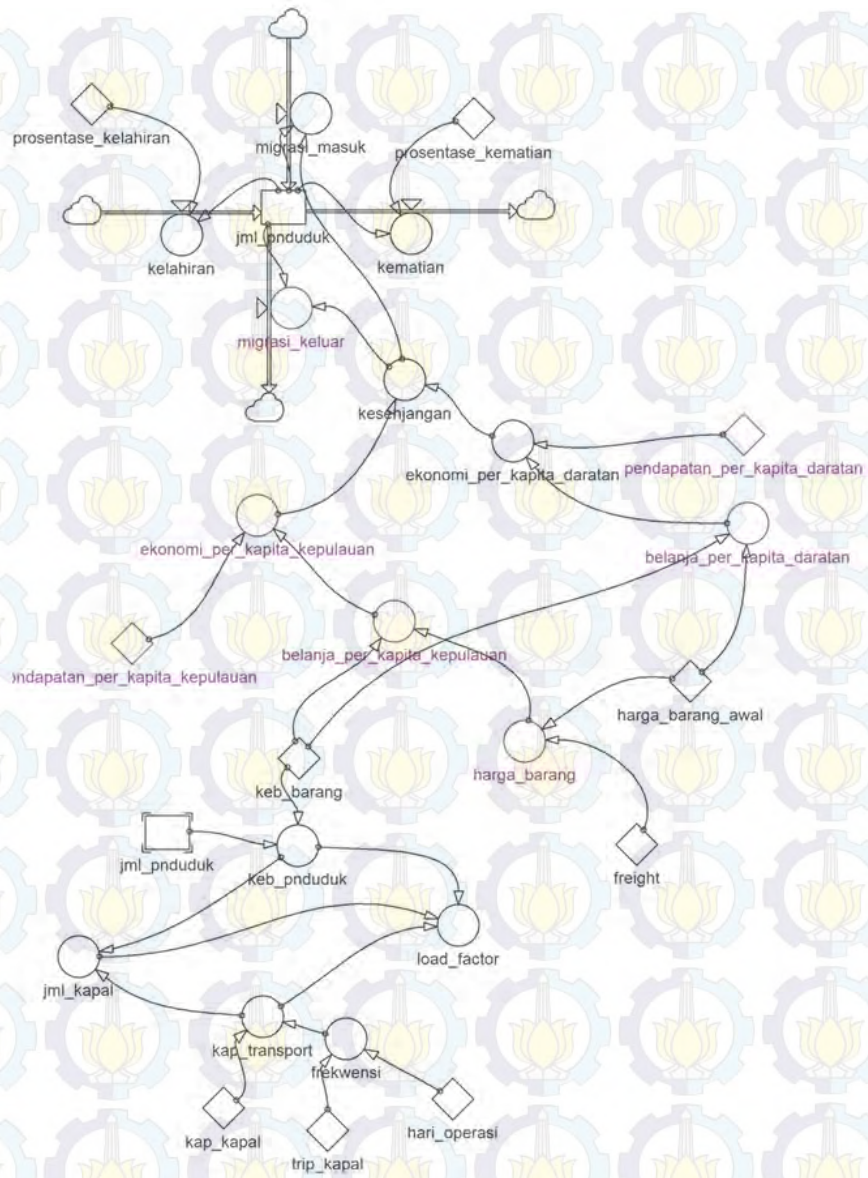
**Gambar V.14 Hasil simulasi Model 4**

### **V.3.5. Model 5**

Pada Model 5 ini dikembangkan simulasi bahwa agar pemenuhan kebutuhan penduduk bisa terpenuhi maka secara otomatis kapal yang digunakan akan bertambah. Hal ini dilakukan untuk mengetahui berapa kapal yang digunakan agar mampu melayani kebutuhan penduduk.

Pengembangan model ini masih sebatas pada penambahan jumlah kapal dan belum sampai pada opsi penambahan frekwensi layanan dan kapasitas kapal. Selain itu juga ada pengaruh dari freight kapal sehingga harga barang di kepulauan akan naik karena ada tambahan dari freight kapal. Pada model 5 ini nilai freight tetap. Nilai freight yang digunakan pada model 4 ini adalah sebesar Rp. 400.000,- per ton. Karena adanya tambahan freight ini maka harga yang berlaku di kepulauan per ton akan menjadi naik.

































Gambar V.15 Model 5



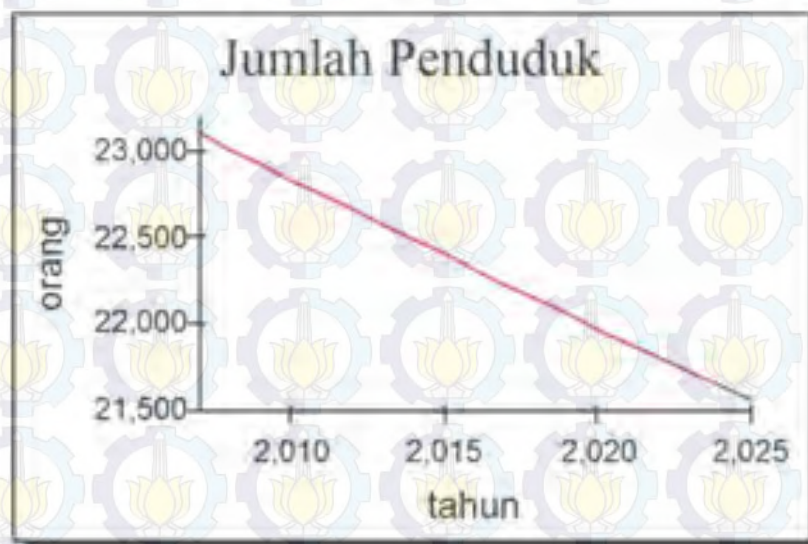
Fungsi yang membangun Model 5 adalah:

 jml\_pnduduk  
 23123  
  $+dt*migrasi\_masuk$   
 $-dt*migrasi\_keluar$   
 $-dt*kematian$   
 $+dt*kelahiran$   
 kelahiran  
 $= prosentase\_kelahiran*jml\_pnduduk$   
 kematian  
 $= prosentase\_kematian*jml\_pnduduk$   
 migrasi\_keluar  
 $= IF(kesenjangan>0,0,0.004*jml\_pnduduk)$   
 migrasi\_masuk  
 $= IF(kesenjangan>0,0.004*jml\_pnduduk,0)$   
 belanja\_per\_kapita\_daratan  
 $= keb\_barang*harga\_barang\_awal$   
 belanja\_per\_kapita\_kepulauan  
 $= keb\_barang*harga\_barang$   
 ekonomi\_per\_kapita\_daratan  
 $= pendapatan\_per\_kapita\_daratan-belanja\_per\_kapita\_daratan$   
 ekonomi\_per\_kapita\_kepulauan  
 $= pndapatan\_per\_kapita\_kepulauan-belanja\_per\_kapita\_kepulauan$   
 frekwensi  
 $= hari\_operasi/trip\_kapal$   
 harga\_barang  
 $= freight+harga\_barang\_awal$   
 jml\_kapal  
 $= IF(keb\_pnduduk>kap\_transport,CEIL(keb\_pnduduk/kap\_transport),0)$   
 kap\_transport  
 $= kap\_kapal*frekwensi$   
 keb\_pnduduk  
 $= keb\_barang*jml\_pnduduk$   
 kesenjangan  
 $= ekonomi\_per\_kapita\_kepulauan-ekonomi\_per\_kapita\_daratan$   
 load\_factor  
 $= keb\_pnduduk/(kap\_transport*jml\_kapal)$   
 freight  
 $= 400000$   
 harga\_barang\_awal  
 $= 7000000$   
 hari\_operasi  
 $= 330$   
 kap\_kapal  
 $= 200$   
 keb\_barang  
 $= 0.36$   
 pendapatan\_per\_kapita\_daratan  
 $= 13000000$   
 pndapatan\_per\_kapita\_kepulauan  
 $= 11000000$   
 prosentase\_kelahiran  
 $= 0.02\%$   
 prosentase\_kematian  
 $= 0.006\%$   
 trip\_kapal  
 $= 10$



Tabel V.5 Jumlah penduduk hasil simulasi Model 5

Time	jml_pnduduk
2,007	23,123.00
2,008	23,033.75
2,009	22,944.83
2,010	22,856.27
2,011	22,768.04
2,012	22,680.16
2,013	22,592.61
2,014	22,505.41
2,015	22,418.59



Gambar V.16 Grafik hasil simulasi model 5

#### V.4. Validasi model

Validasi dilakukan untuk mengetahui hasil keluaran simulasi model apakah sesuai dengan data aktual. Setelah dilakukan simulasi untuk Model 1 sampai Model 5 diketahui bahwa nilai yang didapatkan sama sehingga hasil yang diambil adalah Model 5. Hal ini disebabkan nilai Rumusan validasi yang dipakai adalah:

$$E = (S - A)/A$$

dimana:

E = Error



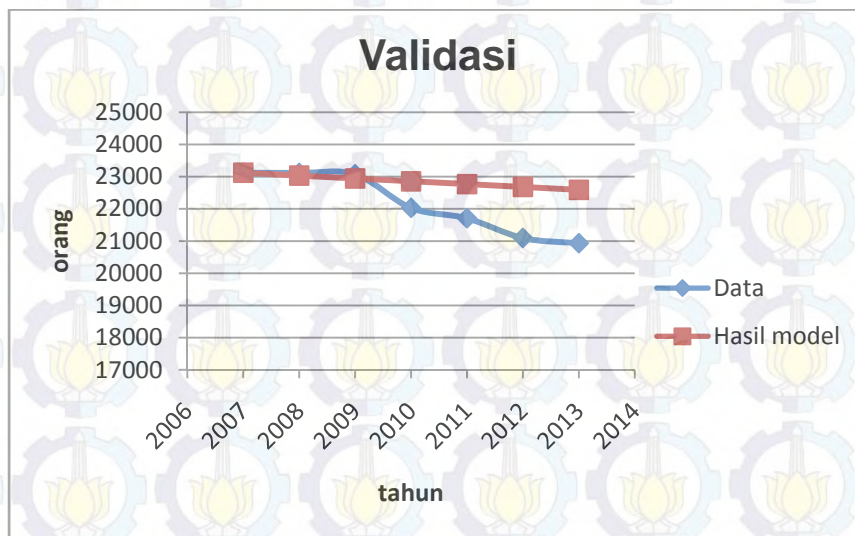
S = Hasil Simulasi

A = Data aktual

Suatu hasil model dikatakan valid apabila nilai error <10%

**Tabel V.6 Validasi Model**

Tahun	Jumlah Penduduk		Validasi
	Data	Hasil model	
2007	23123	23123	0.00%
2008	23113	23033	0.35%
2009	23074	22944	0.56%
2010	22029	22856	3.75%
2011	21705	22768	4.90%
2012	21095	22680	7.51%
2013	20931	22592	7.94%



**Gambar V.17 Uji validasi model terhadap data actual**

Dari hasil pembuatan model dan dibandingkan dengan hasil pada simulasi maka Validasi yang mengacu pada jumlah penduduk bernilai baik dengan rata-rata 3,57%.

## V.5. Analisa dan Pengembangan Model

Setelah mengetahui nilai Validasi model dan menguji kelogisan hubungan antar variabel, tahap selanjutnya yang bisa dilakukan adalah dengan melakukan skenario

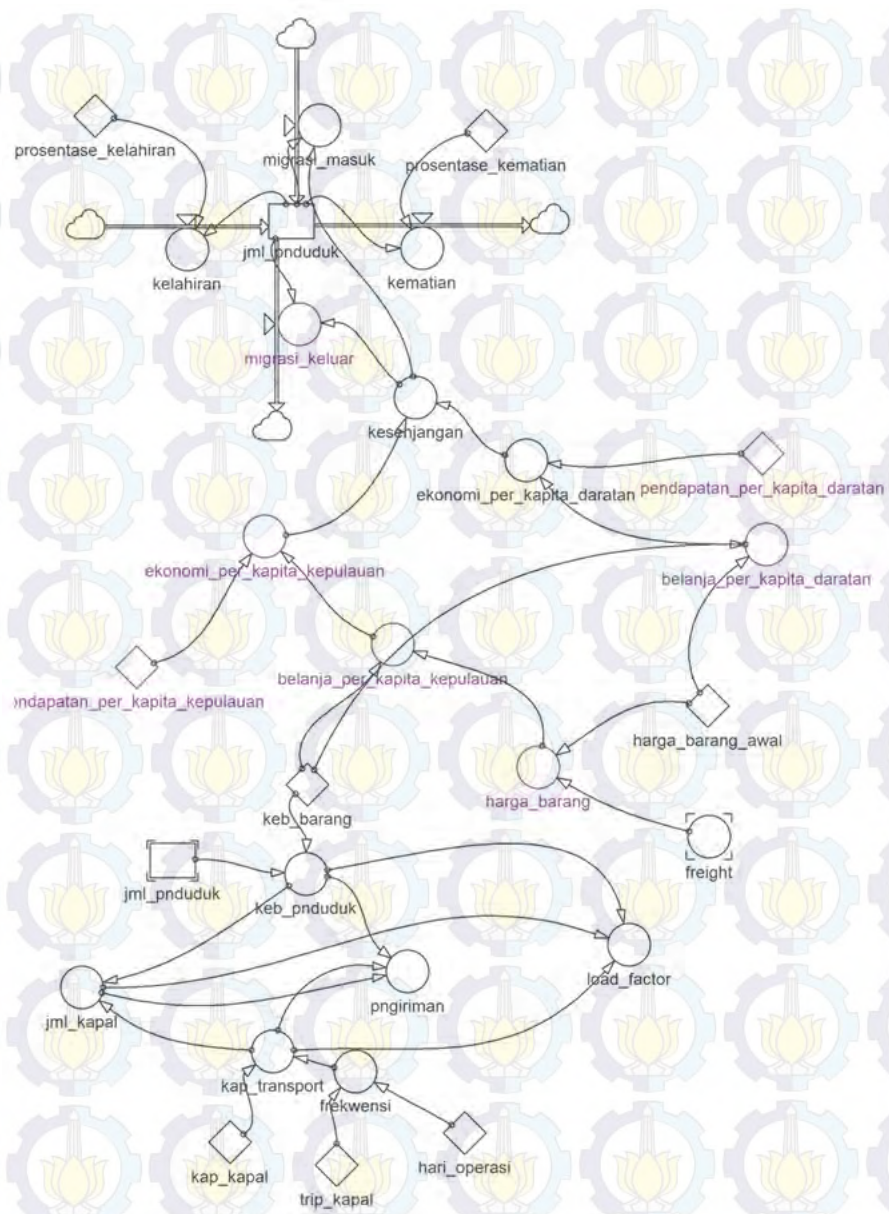


kebijakan. Hal ini dilakukan karena pada dasarnya simulasi dengan *system dynamics* ini adalah salah satu metode peramalan yang bisa dijadikan rujukan dalam pengambilan keputusan pihak-pihak yang terkait.

#### **V.5.1. Skenario 1**

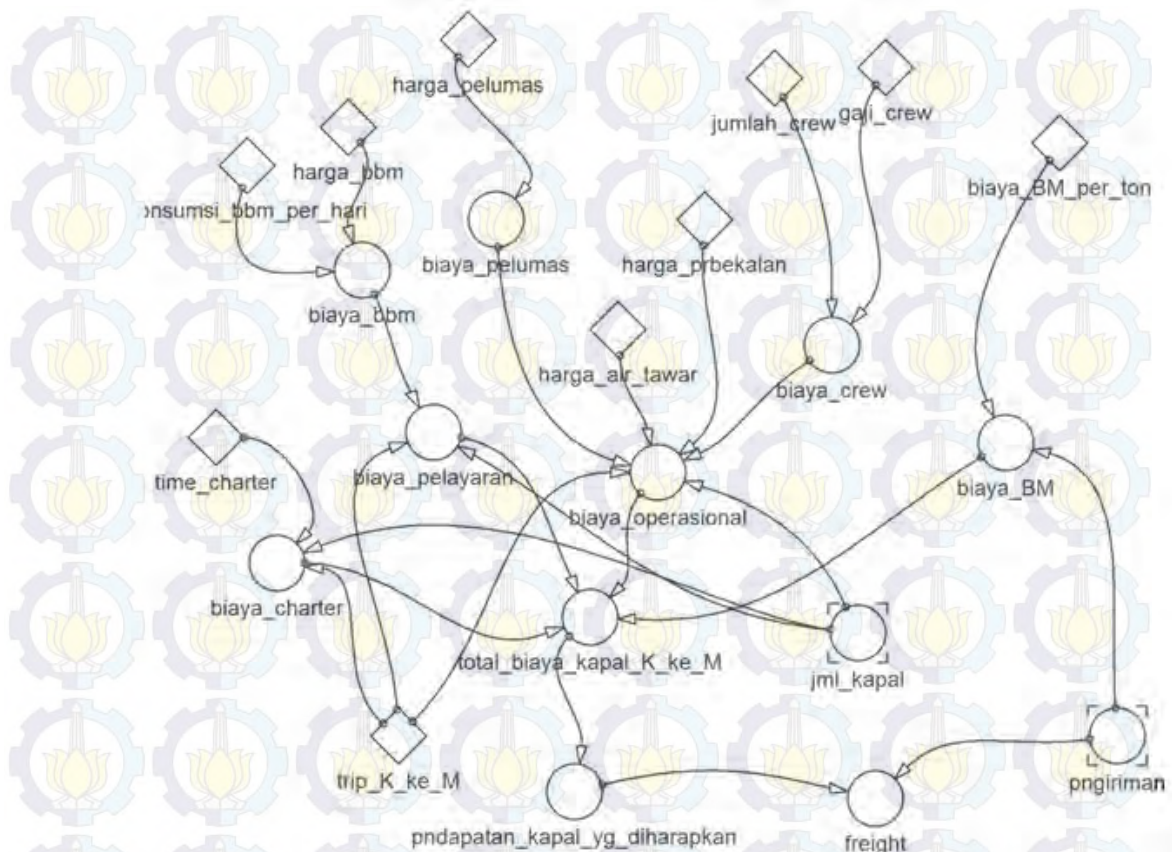
Pada skenario 1 ini dimodelkan freight kapal yang berubah mengikuti perhitungan operasional kapal dan banyaknya barang yang dikirim. Diharapkan dengan simulasi pada skenario 1 ini akan diketahui berapa jumlah kapal yang harus dioperasikan dan besaran freight yang sesuai dengan biaya operasional kapal. Operasional kapal dilakukan untuk memenuhi kebutuhan penduduk, sehingga dalam model ditunjukkan bahwa kapasitas transportasi harus sesuai dengan kebutuhan penduduk. Operasional kapal dimaksudkan untuk mengetahui biaya operasional kapal. Dari biaya ini kemudian nantinya akan diketahui berapa freight yang akan dikenakan per ton terhadap barang yang dikirim. Nilai freight kapal sendiri didapatkan dari perhitungan operasional kapal yang melayani rute Kalianget ke Masalembu. Biaya operasional ini terdiri dari biaya modal, biaya operasi, biaya pelayaran dan biaya bongkar muat. Perhitungan biaya ini dilakukan untuk operasional kapal selama 1 tahun. Dari simulasi diketahui bahwa nilai freight akan menambah harga barang sehingga belanja penduduk di kepulauan juga akan naik. Namun terjadi penurunan nilai freight dari yang terjadi pada model 5 (kondisi saat ini). Hal ini disebabkan karena terdapat 2 kapal yang beroperasi sehingga mengurangi freight. Dalam model ini harga barang yang berlaku masih dipengaruhi oleh freight kapal sehingga menyebabkan harga barang di kepulauan menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan harga yang berlaku di daratan. Hal tersebut menyebabkan kesenjangan semakin tinggi sehingga membuat penduduk memiliki kecenderungan untuk melakukan migrasi keluar pulau.





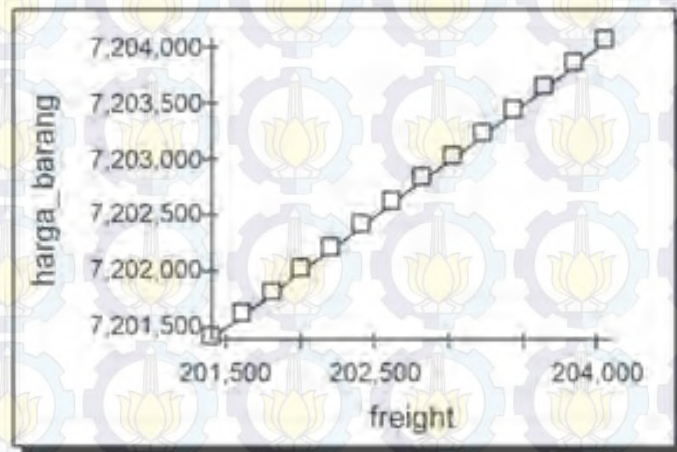
**Gambar V.18 Model skenario 1**





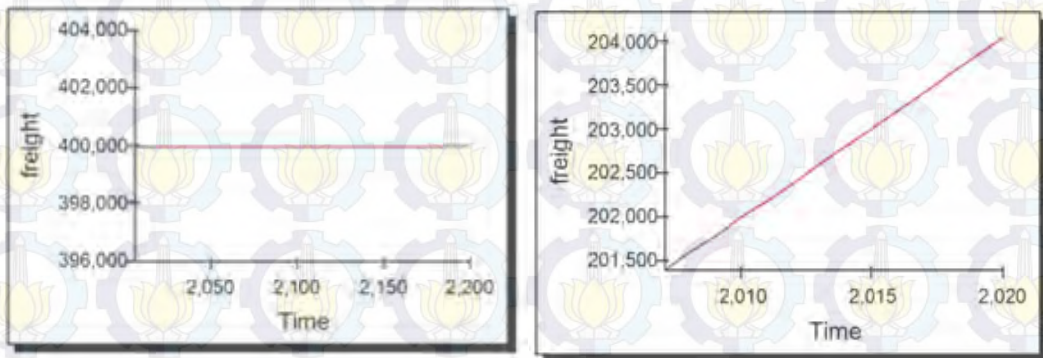
Gambar V.19 model operasional kapal

Seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa freight mempengaruhi harga barang yang berlaku di kepulauan. Freight ini nantinya akan ditambahkan dengan harga barang awal sehingga diketahui harga barang nantinya yang berlaku. Sehingga dapat dikatakan bahwa hubungan antara freight dengan harga barang adalah hubungan linear searah (berbanding lurus).



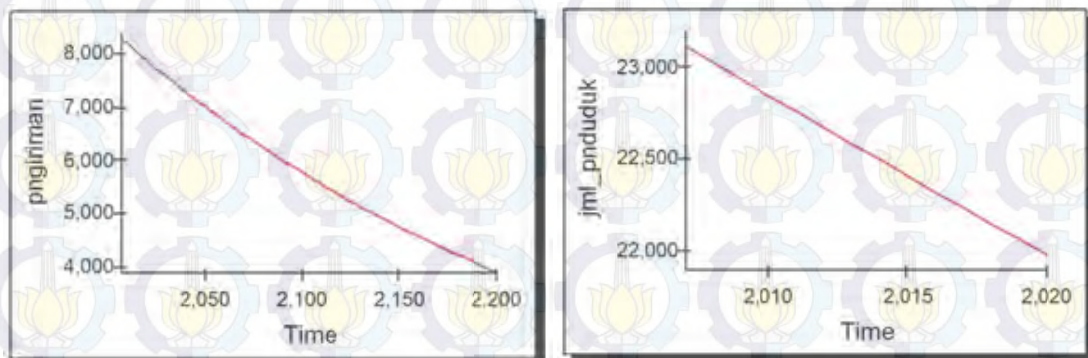
Gambar V.20 Hubungan antara freight dengan harga barang di kepulauan





**Gambar V.21 Perbandingan nilai freight antara Model 5 dengan Model skenario 1**

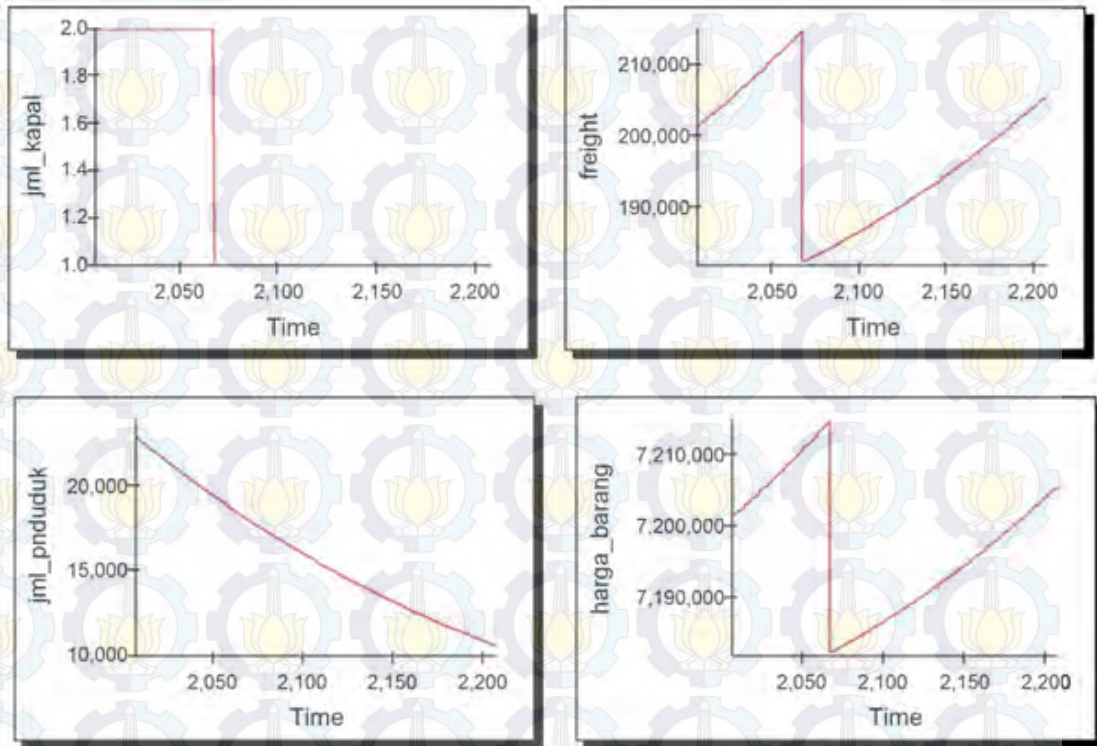
Dari grafik di atas diketahui bahwa terjadi penurunan nilai freight kapal, yaitu dari sebesar Rp. 400.000,- menjadi Rp. 201.500,- atau turun sekitar 49,8%. Pada grafik di atas untuk nilai freight grafik yang terjadi menunjukkan adanya kenaikan. Hal ini disebabkan karena jumlah pengiriman yang menurun akibat dari turunnya jumlah penduduk.



**Gambar V.22 grafik pengiriman yang dipengaruhi oleh jumlah penduduk**

Untuk mengetahui nilai freight dan jumlah kapal yang optimum untuk dioperasikan maka simulasi diperpanjang sampai 200 kali rentang masa simulasi.





**Gambar V.23 Perbandingan grafik setelah 200 kali masa simulasi skenario 1**

Dari perbandingan grafik di atas diketahui bahwa untuk masa 200 kali masa simulasi dimodelkan yang akan terjadi adalah:

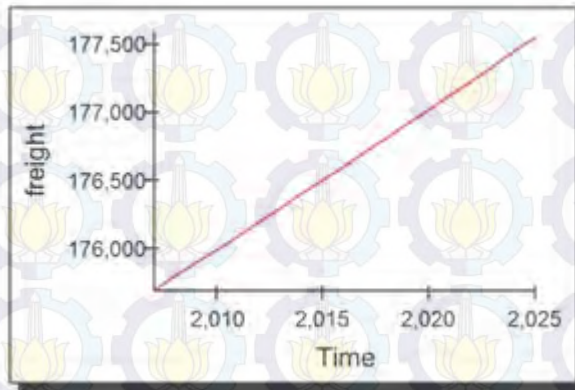
- Jumlah penduduk akan terus turun sampai angka 10.000 jiwa di akhir tahun 2200;
- Jumlah kapal yang optimum dioperasikan adalah 2 unit sampai sekitar tahun 2070 an dan seterusnya cukup dengan operasi 1 unit kapal;
- Besarnya freight untuk operasi kapal point b adalah Rp. 200.000,- per ton sampai tahun 2070 an dan turun menjadi Rp. 180.000,- per ton untuk tahun-tahun berikutnya.

#### **V.5.2. Skenario 2**

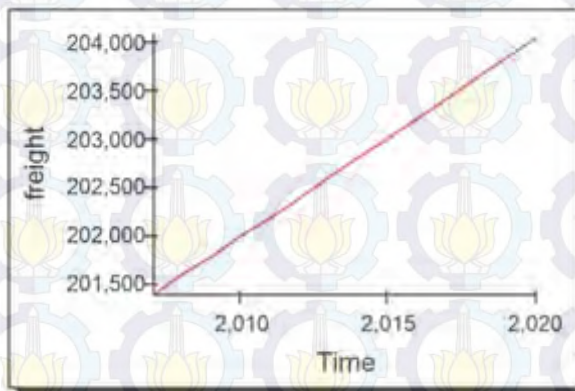
Pada skenario 2 ini yang dilakukan perubahan adalah dengan menambah frekwensi layanan kapal menjadi 5 hari sekali dari yang sebelumnya 10 hari sekali. Hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan layanan kapal terhadap kebutuhan masyarakat kepulauan. Penggambaran skenario 2 ini sama dengan penggambaran model 1 hanya yang diganti adalah pada “konstanta” trip kapal yang diubah dari 10 menjadi 5.

Berikut adalah hasil dari simulasi pada skenario 2





**Gambar V.24 Freight skenario 2**

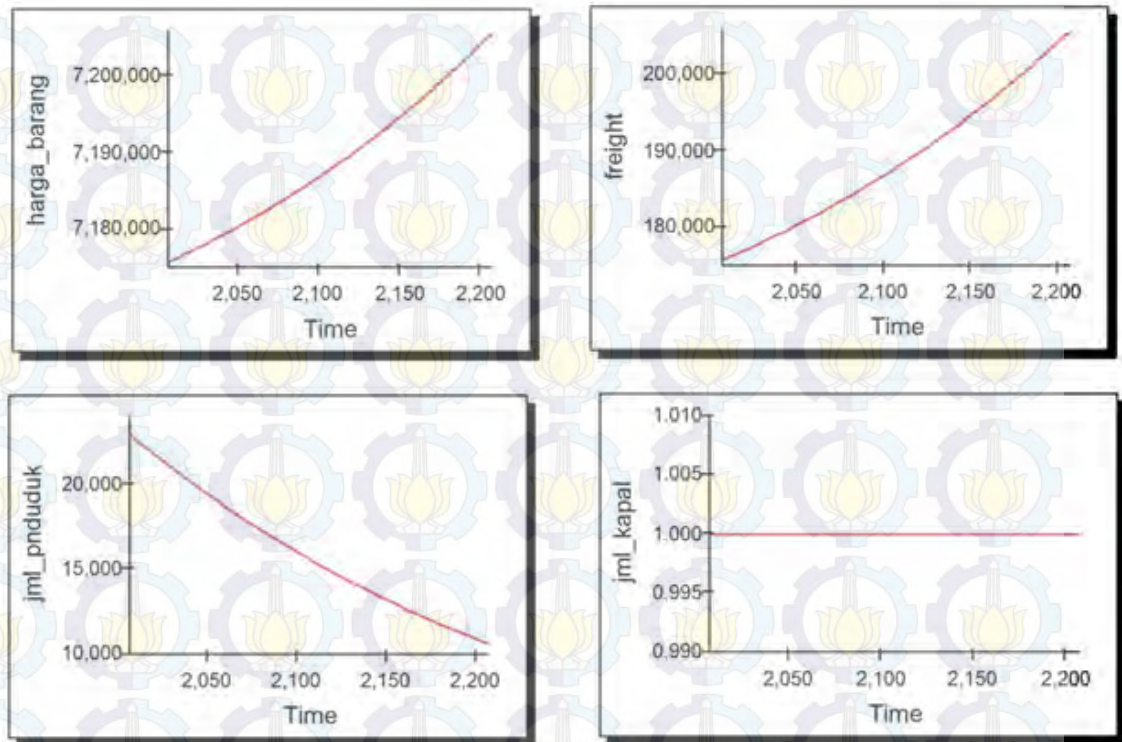


**Gambar V.25 Freight skenario 1**

Dari perbandingan nilai freight di atas diketahui bahwa dengan model skenario 2 yang meningkatkan layanan kapal dari sebelumnya 10 hari sekali menjadi 5 hari sekali terjadi penurunan freight. Freight pada skenario 1 yaitu Rp. 201.500,- per ton turun menjadi Rp. 176.000,- per ton atau turun sekitar 12%. Dari model skenario ini juga diketahui bahwa dengan menambah frekwensi layanan kapal menjadi 5 hari sekali kapal yang dioperasikan cukup 1 unit.

Selanjutnya dengan perlakuan yang sama seperti pada simulasi pada skenario 1, pada skenario 2 ini dilakukan simulasi dengan rentang waktu 200 kali. Hal ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana model akan bekerja dan seperti apa hasil yang akan didapatkan.



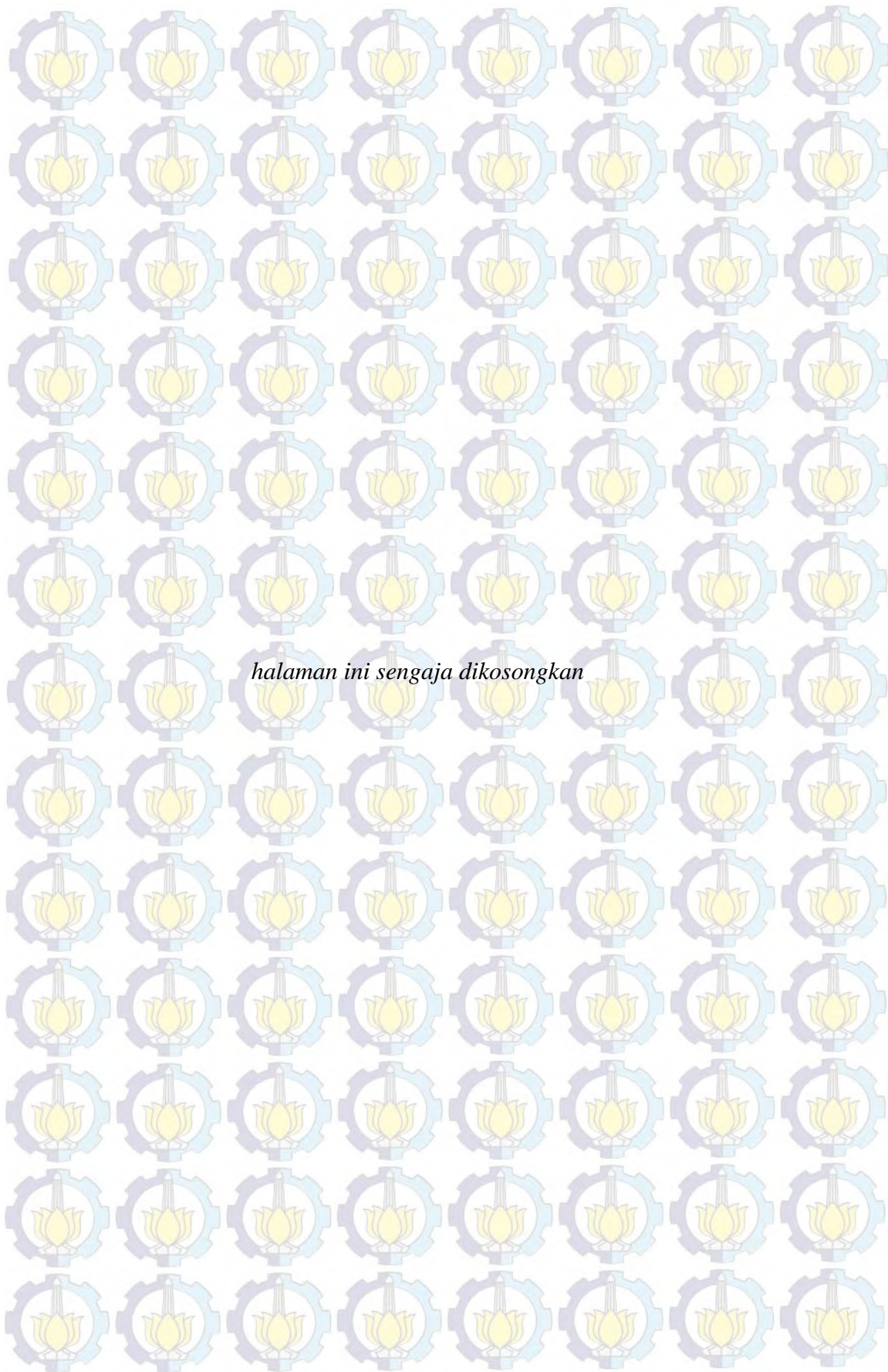


**Gambar V.26** Perbandingan grafik setelah simulasi 200 kali skenario 2

Dari grafik di atas dapat diketahui beberapa hal sebagai berikut:

- Nilai freight diketahui berkisar di angka Rp. 180.000,- per ton dan pada tahun ke 2200 nilainya menjadi berkisar Rp. 200.000,- per ton;
- Jumlah penduduk akan terus turun dan pada akhir tahun ke 2200 menjadi sekitar 10.000 orang;
- Kapal yang dioperasikan cukup 1 unit sampai operasi pada akhir tahun 2200.







## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **VI.1. Kesimpulan**

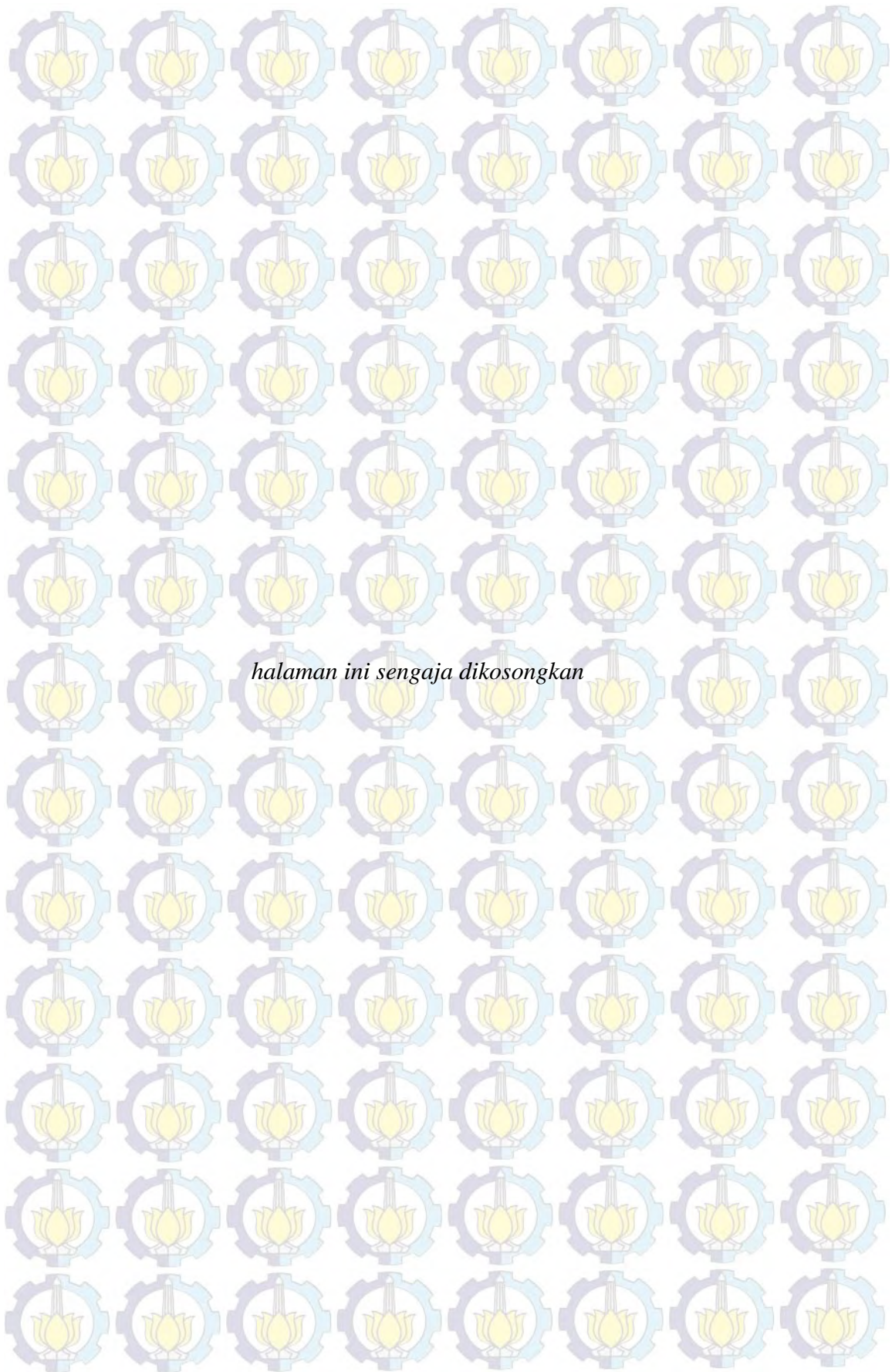
Setelah dilakukan simulasi dari model yang telah dibuat maka kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menurut hasil simulasi, model jumlah penduduk (populasi) tidak hanya dipengaruhi oleh faktor alami yaitu kelahiran dan kematian saja, melainkan juga dipengaruhi oleh migrasi penduduk (Model 1);
2. Dari hasil simulasi model kapal yang ada saat ini belum bisa memenuhi kebutuhan penduduk;
3. Hasil yang diperoleh menunjukkan pada skenario 2 dengan penambahan frekwensi layanan menjadi 5 kali dengan freight berkisar Rp. 176.000,- per ton dan jumlah kapal yang dioperasikan 1 unit.

#### **VI.2. Saran**

1. Penggambaran model yang dilakukan masih belum sempurna sehingga perlu dilakukan pemodelan lebih lanjut, hal ini dibuktikan dari model Jumlah Penduduk yang nilainya terus turun;
2. Angka yang dipakai kebanyakan menggunakan nilai asumsi sehingga kevalidan data kurang;
3. Keterbatasan logika dan ilmu penulis sehingga perlu dilakukan pengujian kembali terhadap model yang telah dibangun.

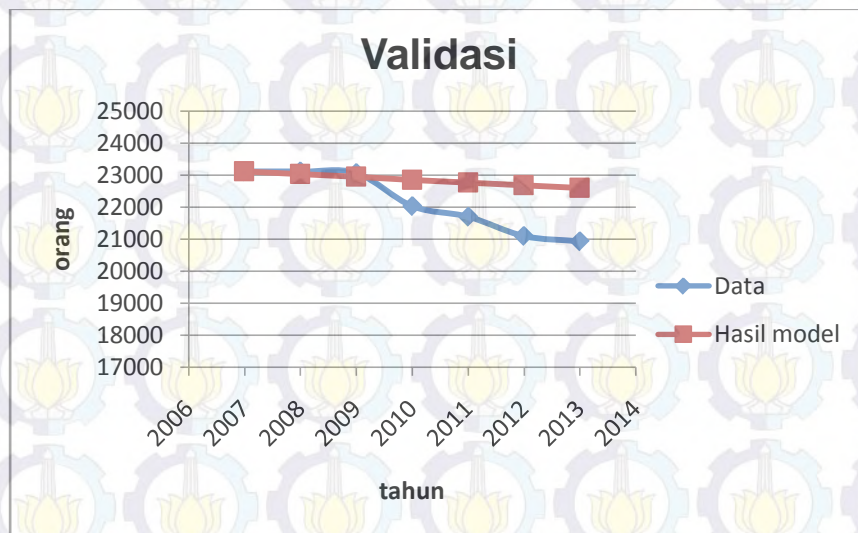






## LAMPIRAN

Tahun	Jumlah Penduduk		validasi
	Data	Hasil model	
2007	23123	23123	0.00%
2008	23113	23033	0.35%
2009	23074	22944	0.56%
2010	22029	22856	3.75%
2011	21705	22768	4.90%
2012	21095	22680	7.51%
2013	20931	22592	7.94%



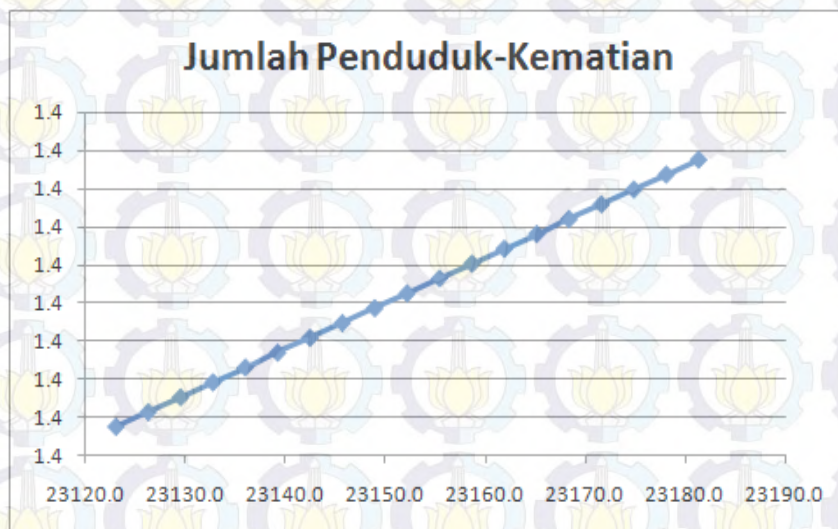
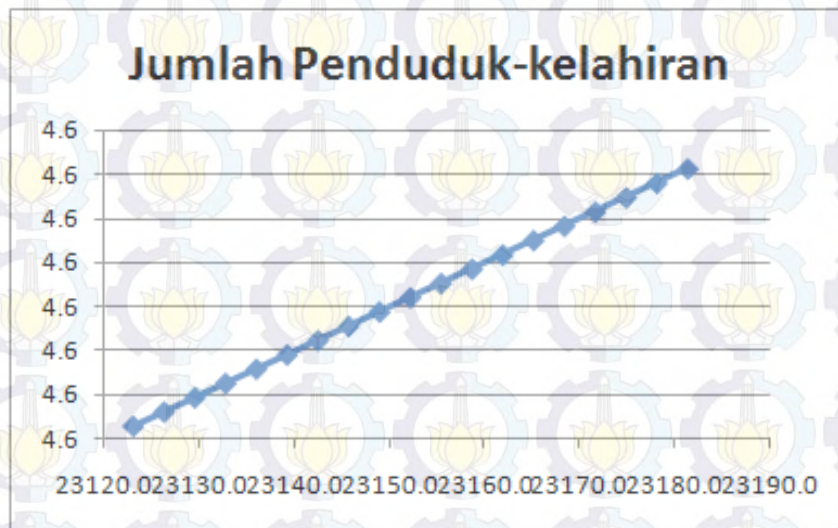
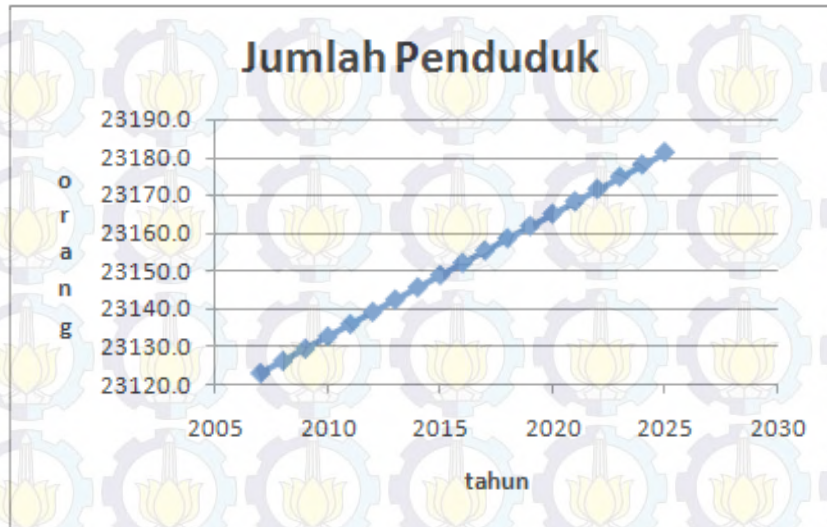


### Perhitungan spreadsheet Model 1

Prosentase Kelahiran : 0.02 % dari Jumlah Penduduk  
Prosentase Kematian : 0.006 % dari Jumlah Penduduk  
Jumlah Penduduk awal : 23123 orang

tahun	Kelahiran	Jumlah Penduduk	Kematian
	orang/tahun	orang	orang/tahun
2007	4.6	23123.0	1.4
2008	4.6	23126.2	1.4
2009	4.6	23129.5	1.4
2010	4.6	23132.7	1.4
2011	4.6	23136.0	1.4
2012	4.6	23139.2	1.4
2013	4.6	23142.4	1.4
2014	4.6	23145.7	1.4
2015	4.6	23148.9	1.4
2016	4.6	23152.2	1.4
2017	4.6	23155.4	1.4
2018	4.6	23158.6	1.4
2019	4.6	23161.9	1.4
2020	4.6	23165.1	1.4
2021	4.6	23168.4	1.4
2022	4.6	23171.6	1.4
2023	4.6	23174.8	1.4
2024	4.6	23178.1	1.4
2025	4.6	23181.3	1.4





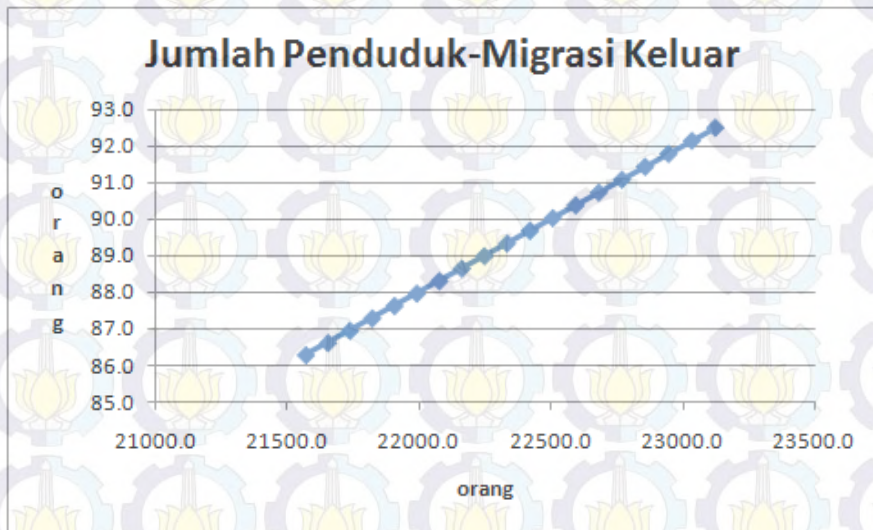
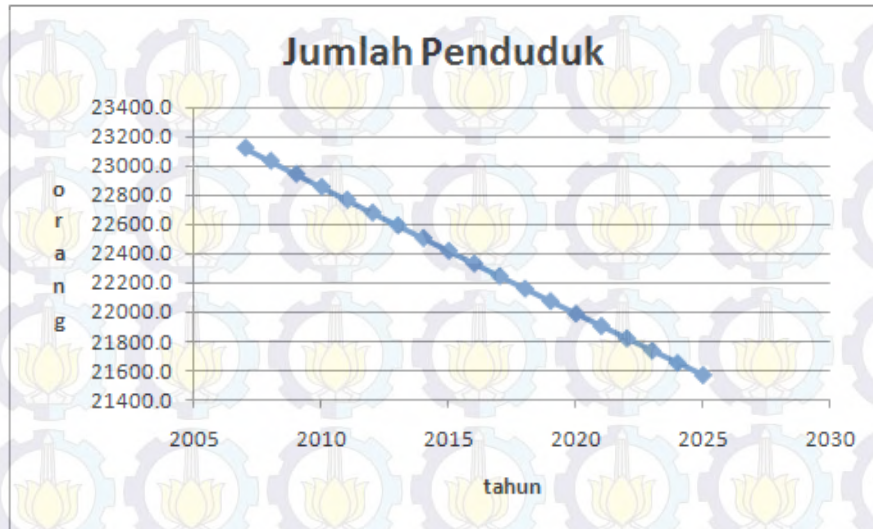


## Perhitungan spreadsheet Model 2

Prosentase Kelahiran	:	0.02 %	dari Jumlah Penduduk
Prosentase Kematian	:	0.006 %	dari Jumlah Penduduk
Jumlah Penduduk awal	:	23123 orang	
Nilai Migrasi masuk	:	0.004	dari Jumlah Penduduk
Nilai Migrasi keluar	:	0.004	dari Jumlah Penduduk
Ekonomi per kapita daratan	:	13000000 Rp/orang/tahun	
Ekonomi per kapita kepulauan	:	11000000 Rp/orang/tahun	

tahun	Kelahiran	Jumlah Penduduk	Kematian	Migrasi Masuk	Migrasi Keluar
	orang/tahun	orang	orang/tahun	orang/tahun	orang/tahun
2007	4.6	23123.0	1.4	0.0	92.5
2008	4.6	23033.7	1.4	0.0	92.1
2009	4.6	22944.8	1.4	0.0	91.8
2010	4.6	22856.3	1.4	0.0	91.4
2011	4.6	22768.0	1.4	0.0	91.1
2012	4.5	22680.2	1.4	0.0	90.7
2013	4.5	22592.6	1.4	0.0	90.4
2014	4.5	22505.4	1.4	0.0	90.0
2015	4.5	22418.5	1.3	0.0	89.7
2016	4.5	22332.0	1.3	0.0	89.3
2017	4.4	22245.8	1.3	0.0	89.0
2018	4.4	22159.9	1.3	0.0	88.6
2019	4.4	22074.4	1.3	0.0	88.3
2020	4.4	21989.2	1.3	0.0	88.0
2021	4.4	21904.3	1.3	0.0	87.6
2022	4.4	21819.8	1.3	0.0	87.3
2023	4.3	21735.5	1.3	0.0	86.9
2024	4.3	21651.6	1.3	0.0	86.6
2025	4.3	21568.1	1.3	0.0	86.3







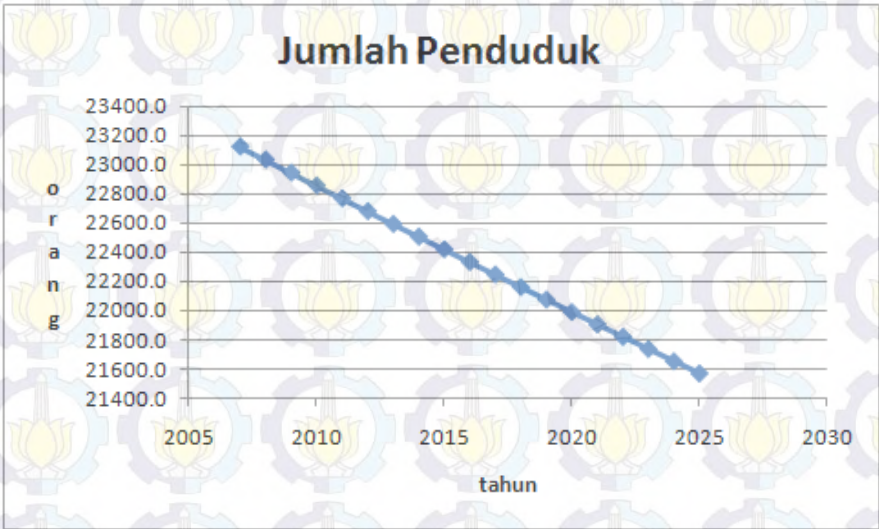
### Perhitungan spreadsheet Model 3

Prosentase Kelahiran	:	0.02 %	dari Jumlah Penduduk
Prosentase Kematian	:	0.006 %	dari Jumlah Penduduk
Jumlah Penduduk awal	:	23123 orang	
Nilai Migrasi masuk	:	0.004	dari Jumlah Penduduk
Nilai Migrasi keluar	:	0.004	dari Jumlah Penduduk
pendapatan per kapita daratan	:	13000000 Rp/orang/tahun	
belanja per kapita daratan	:	6000000 Rp/orang/tahun	
pendapatan per kapita kepulauan	:	11000000 Rp/orang/tahun	
belanja per kapita kepulauan	:	6000000 Rp/orang/tahun	

tahun	Kelahiran	Jumlah Penduduk	Kematian	Migrasi Masuk	Migrasi Keluar
	rang/tahu	orang	orang/tahun	orang/tahun	orang/tahun
2007	4.6	23123.0	1.4	0.0	92.5
2008	4.6	23033.7	1.4	0.0	92.1
2009	4.6	22944.8	1.4	0.0	91.8
2010	4.6	22856.3	1.4	0.0	91.4
2011	4.6	22768.0	1.4	0.0	91.1
2012	4.5	22680.2	1.4	0.0	90.7
2013	4.5	22592.6	1.4	0.0	90.4
2014	4.5	22505.4	1.4	0.0	90.0
2015	4.5	22418.5	1.3	0.0	89.7
2016	4.5	22332.0	1.3	0.0	89.3
2017	4.4	22245.8	1.3	0.0	89.0
2018	4.4	22159.9	1.3	0.0	88.6
2019	4.4	22074.4	1.3	0.0	88.3
2020	4.4	21989.2	1.3	0.0	88.0
2021	4.4	21904.3	1.3	0.0	87.6
2022	4.4	21819.8	1.3	0.0	87.3
2023	4.3	21735.5	1.3	0.0	86.9
2024	4.3	21651.6	1.3	0.0	86.6
2025	4.3	21568.1	1.3	0.0	86.3



Kesenjangan		Ekonomi per kapita daratan	Ekonomi per kapita kepulauan
Rp		Rp	Rp
-2000000		7000000	5000000
-2000000		7000000	5000000
-2000000		7000000	5000000
-2000000		7000000	5000000
-2000000		7000000	5000000
-2000000		7000000	5000000
-2000000		7000000	5000000
-2000000		7000000	5000000
-2000000		7000000	5000000
-2000000		7000000	5000000
-2000000		7000000	5000000
-2000000		7000000	5000000
-2000000		7000000	5000000
-2000000		7000000	5000000
-2000000		7000000	5000000
-2000000		7000000	5000000
-2000000		7000000	5000000
-2000000		7000000	5000000
-2000000		7000000	5000000



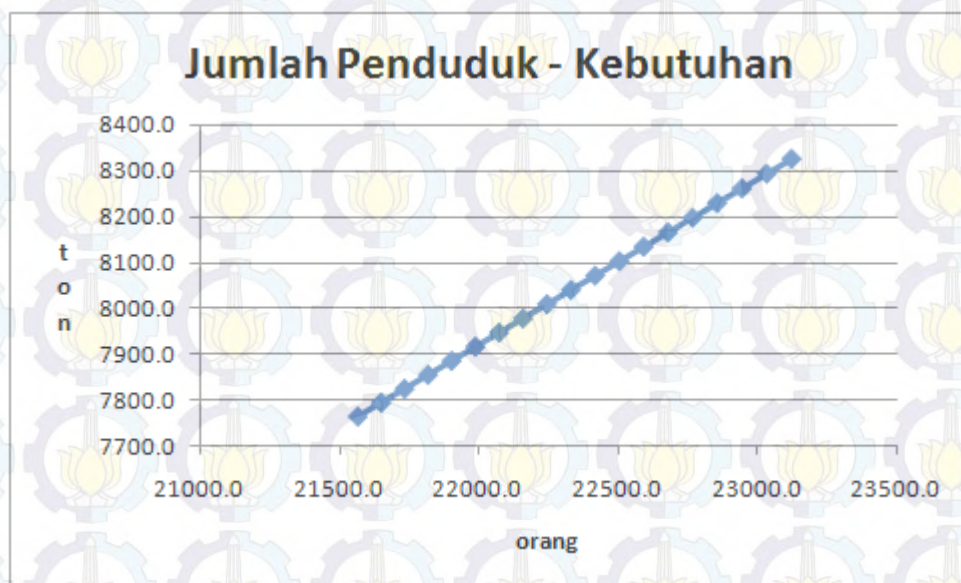
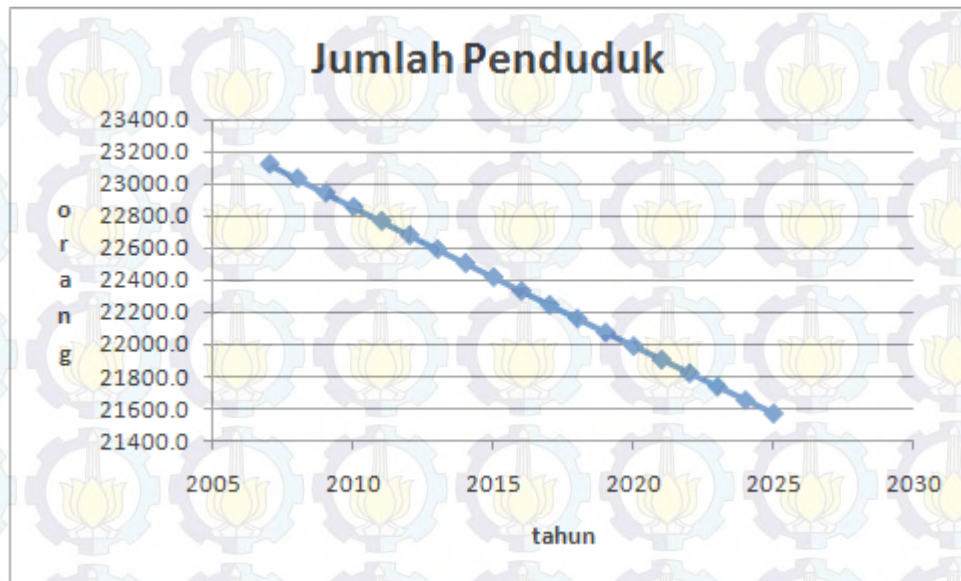


#### Perhitungan spreadsheet Model 4

Prosentase Kelahiran	:	0.02 %	dari Jumlah Penduduk
Prosentase Kematian	:	0.006 %	dari Jumlah Penduduk
Jumlah Penduduk awal	:	23123 orang	
Nilai Migrasi masuk	:	0.004	dari Jumlah Penduduk
Nilai Migrasi keluar	:	0.004	dari Jumlah Penduduk
pendapatan per kapita daratan	:	13000000 Rp/orang/tahun	
pendapatan per kapita kepulauan	:	11000000 Rp/orang/tahun	
kebutuhan barang	:	0.36 ton/orang/tahun	
harga barang	:	7000000 Rp/ton	

tahun	Kelahiran orang/tahun	Jumlah Penduduk orang	Kematian orang/tahun	Migrasi Masuk orang/tahun	Migrasi Keluar orang/tahun
2007	4.6	23123.0	1.4	0.0	92.5
2008	4.6	23033.7	1.4	0.0	92.1
2009	4.6	22944.8	1.4	0.0	91.8
2010	4.6	22856.3	1.4	0.0	91.4
2011	4.6	22768.0	1.4	0.0	91.1
2012	4.5	22680.2	1.4	0.0	90.7
2013	4.5	22592.6	1.4	0.0	90.4
2014	4.5	22505.4	1.4	0.0	90.0
2015	4.5	22418.5	1.3	0.0	89.7
2016	4.5	22332.0	1.3	0.0	89.3
2017	4.4	22245.8	1.3	0.0	89.0
2018	4.4	22159.9	1.3	0.0	88.6
2019	4.4	22074.4	1.3	0.0	88.3
2020	4.4	21989.2	1.3	0.0	88.0
2021	4.4	21904.3	1.3	0.0	87.6
2022	4.4	21819.8	1.3	0.0	87.3
2023	4.3	21735.5	1.3	0.0	86.9
2024	4.3	21651.6	1.3	0.0	86.6
2025	4.3	21568.1	1.3	0.0	86.3







## Perhitungan spreadsheet Model 5

Prosentase Kelahiran : 0.02 % dari Jumlah Penduduk  
 Prosentase Kematian : 0.006 % dari Jumlah Penduduk  
 Jumlah Penduduk awal : 23123 orang  
 Nilai Migrasi masuk : 0.004 dari Jumlah Penduduk  
 Nilai Migrasi keluar : 0.004 dari Jumlah Penduduk  
 pendapatan per kapita daratan : 13000000 Rp/orang/tahun

pendapatan per kapita kepulauan : 11000000 Rp/orang/tahun  
 kebutuhan barang : 0.36 ton/orang/tahun  
 harga barang awal : 7000000 Rp/ton  
 Freight : 400000 Rp/ton

Kapasitas Kapal : 200 ton  
 trip kapal : 10 hari sekali  
 hari operasi : 330 hari/tahun

tahun	Kelahiran orang/tahun	Jumlah Penduduk orang	Kematian rang/tahu	Migrasi Masuk orang/tahun	Migrasi Keluar orang/tahun
2007	4.6	23123.0	1.4	0.0	92.5
2008	4.6	23033.7	1.4	0.0	92.1
2009	4.6	22944.8	1.4	0.0	91.8
2010	4.6	22856.3	1.4	0.0	91.4
2011	4.6	22768.0	1.4	0.0	91.1
2012	4.5	22680.2	1.4	0.0	90.7
2013	4.5	22592.6	1.4	0.0	90.4
2014	4.5	22505.4	1.4	0.0	90.0

Kebutuhan Penduduk ton/tahun	Jumlah Kapal unit	kapasitas transport ton/tahun
8324.3	2	6600
8292.1	2	6600
8260.1	2	6600
8228.3	2	6600
8196.5	2	6600
8164.9	2	6600
8133.3	2	6600
8101.9	2	6600
8070.7	2	6600



